استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقييم بعض الجوانب الجيوبيئية لمطار مرسى علم (دراسة حالة)

إعداد

علي محمد محمود أحمد تمام

كلية الأداب _جامعة القاهرة

أ.د السيد السيد الحسيني

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المتفرغ، عميد الكلية الأسبق كلية الأداب_ جامعة القاهرة

د.محمد أحمد علي حسانين

مدرس الجغرافيا البشرية كلية الأداب_ جامعة القاهرة

د.محمد إبراهيم محمد خطاب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد، كلية الأداب_ جامعة القاهرة

المستخلص:

يعد مطار مرسى علم أحد أهم المطارات الدولية على ساحل البحر الأحمر، حيث يساهم في تسهيل تدفق السياحة وتنمية الدخل القومي. كما كان لموقعه "الذي تم اختياره بعناية" أثره في حرية الحركة الجوية دون تأثر بالتضاريس المحيطة بالإضافة إلى عدم تأثيره على البيئة المحيطة سواء من حيث الضوضاء أو انتشار الغازات الدفيئة.

من ثم يتناول البحث بعض الجوانب الجيوبيئية مثل التضاريس، الجيومورفولوجي، وبعض الخصائص البيئية لفحص مدى تأثير/تأثر المطار على/من البيئة المحيطة.

الكلمات الإفتتاحية: مطار مرسي علم، الجوانب الجيوبيئية، السيول، أسطح حدود أرتفاعات العوائق،الضوضاء، جودة الهواء، تجمعات ومسارات الطيور المهاجرة.

مقدمة:

دفع الاحتياج إلى طريقة ممنهجة للتقييم البيئي -للمشاريع الجديدة- في سبعينيات القرن الماضي بالولايات المتحدة الأمريكية إلى ظهور ما يسمى بدراسات تقييم الأثر البيئي (Environmental Impact Assessment (EIA. تهدف مثل هذه الدراسات إلى توقع الآثار المحتملة للأنشطة البشرية على النظام الطبيعي "الماء والتربة والهواء والنظام البيولوجي وصحة الإنسان" (Karin Andersson, 2000, pp 3,4)، وعلى صعيد آخر؛ ثمة دراسات أخرى تستخدم في تقييم الوضع البيئي للمشاريع القائمة بالفعل والتي بحاجة إلى توفيق الوضع طبقًا لمتطلبات قوانين بيئية معينة. ومن ثم قامت الدراسة بإدخال بعض التعديلات على آلية التقييم لتشمل بعض الجوانب الجغرافية والجيومورفولوجية والبيئية، وتم اختيار مطار مرسى علم لأهميته كأحد ركائز التنمية السياحية على السهل الساحلي للبحر الأحمر كنموذج للتطبيق حيث سيتم استخدام نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد على النحو الذي سيتم دراسته فيما يلي:

موقع منطقة الدراسة (مطار مرسى علم):

أحد المطارات السبعة الرئيسية، ويقع بالسهل الساحلي للبحر الأحمر في منتصف المسافة بين مدينتي القصير ومرسى علم عند احداثيات "٥٩ ٣٤' ٣٤° شرقا و"٢٩ ٣٢' ٢٥° شمالاً. وكجزء من مشروع بورتو غالب يعمل المطار على خفض زمن الرحلة من المطار إلى المنتجع لتصبح ٢٠ دقيقة بدلا من ٣ ساعات أو ٩ ساعات حال كان الانتقال من مطار الغردقة أو مطار القاهرة على الترتيب. ويتميز المطار بتضمنه عدد من السدود والقنوات الاصطناعية لتصريف مياه السيول الأمر الذي ضمن حمياته من خطر تدفق الجريان السيلي. وفيما يلي عرض لذلك:

مشكلة الدراسة:

البحث هو محاولة لإضافة دراسات أكاديمية تعمل في تكامل بين الطيران المدني والجغرافيا؛ حيث يشهد قطاع الطيران المدني تنامياً متسارعاً مؤثراً على عجلة الاقتصاد في كثير من دول العالم، ويبلغ هذا التأثير منتهاه إيجابياً حال اعتماده على دراسات أكاديمية مُتخصصة، لذا فإنه من الأهمية بمكان انجاز دراسات علمية تساعد الدولة وتقدم يد العون للمسئولين حال اتخاذ قرارات في هذا الشأن في ظل النقص الشديد للدراسات من هذا النوع.

أسباب اختيار الموضوع:

١. أهمية مطار مرسى علم كأحد ركائز التنمية على ساحل البحر الأحمر.
٢. سهولة الحصول على المعلومات من مصادرها كالمقر الإقليمي لمنظمة العالمية للطيران المدني ICAOبالقاهرة، وزارة الطيران المدني، سلطة الطيران المدني، الشركة المصرية للمطارات، شركة ميناء القاهرة الجوي.
٣. يعمل الطالب في قطاع الطيران المدني مما يتيح له فرص التحقق والحصول على المعلومات من مصدرها بسهولة.

أهداف الدراسة:

١. فحص التأثير المتبادل بين مطار مرسى علم والجغرافيا والبيئة.
٢. الاستفادة من الوسائل الحديثة كنظام GIS في الجوانب الجيوبيئية.
٣. ابراز مدى أهمية الدراسات الجيوبيئية للمطارات قبل الإنشاء.

تساؤلات الدراسة:

١. ما الوضع الجيوبيئي الراهن لمطارات مرسى علم؟
٢. ما مدى تأثير الخصائص الجغرافية والجيولوجية والبيئية في اختيار وموقع مطار مرسى علم؟

مناهج وأساليب الدراسة:

اعتمدت الدراسة على منهجين رئيسيين؛ يتمثل الأول في المنهج متعددة التخصصات Interdisciplinary approache وفيه سيتم تناول موضوع الدراسة عن طريق تقريب مفاهيم التخصصات المختلفة كالهندسة والجغرافيا ومحاولة دمجها بشكل تكاملي. ويمثل المنهج الثاني المنهج الاستقرائي حيث سيتم من خلاله تطبيق النظرية العلمية واستخدام الطريقة أو العملية (النموذج) المدروس لحل المشاكل التي ستواجه الطيران المدني في المستقبل.

كما اعتمدت الدراسة على عدد من الأساليب التي عن طريقها يتم تحليل المادة العلمية مثل الأسلوب الكمي الذي تم استخدامة لتخزين ومعالجة البيانات تمهيداً لتحليلها وتفسيرها واستنباط النتائج وتطبيق عدد من المعادلات الرياضية التي من شأنها المساعدة في الوصول لنتائج أفضل، الاسلوب الوصفي التحليلي حيث تم من خلاله تحليل وتقييم بعض المحاولات القائمة بالفعل للوصول إلى أفضل صوره لتشييد مطارات جديدة متجنبا ما سبق من أخطاء، الأسلوب الكارتوجرافي حيث تم استخدامه في رسم وتصنيف وتحليل الخرائط آلياً من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية مثل برنامج Arc GIS وبناء قاعدة بيانات Data Base جغرافية للمطارات المصرية، وبالتالي إنتاج خرائط مستنبطه آليا. بالإضافة إلى برامج الاستشعار عن بعد مثل برنامج Global Maper وبرنامج Google Earth، وأخيراً حزمة برامج Offic M.S.

مصادر الدراسة:

أ- الدراسات السابقة:

تطرقت جل الدراسات السابقة للمطارات كموانئ نقل ركاب أو تطرقت لها بعض الدراسات من وجهة النظر المناخية كأثر اتجاه الرياح على توجيه المدارج، بينما هناك عدد قليل جدا الذي تطرق للمطارات من وجهة نظر جغرافية طبيعية، كدراسة المناطق التي تمتد عليها المطارات جيومورفولوجياً، أو دراسة أثر تأثير التضاريس المحيطة بالمطار على عمليات الحركة الجوية؛ وهذا الذي يحاول البحث تناوله متخذاً مطار مرسى علم كنموذج لدراسة بعض الخصائص التضاريسية والجيومورفولوجية والبيئية. وتمثلت الدراسات السابقة فيما يلي:

١. **الدراسات العربية:**

- دراسة (فاروق كامل عز الدين، ١٩٧٠) وهي ماجستير بعنوان ميناء القاهرة الجوي دراسة في جغرافية النقل والمواصلات. وتناول الدور الحيوي لميناء القاهرة الدولي والنشاط السياحي في مصر كما تناول بعض العناصر المناخية المؤثرة على النقل الجوي.
- دراسة (حسن سيد حسن، ١٩٧٩) وهي رسالة ماجستير بعنوان جغرافية النقل الجوي في جمهورية مصر العربية حيث درست الظواهر الجوية المؤثرة على الطيران والعوامل المؤثرة في تحديد شبكه الطرق الجوية، وعوامل اختيار مواقع المطارات بالإضافة إلى تطور حركه النقل الجوي ومستقبل النقل الجوي في مصر.
- دراسة)حسن سيد حسن، ١٩٩٤)، وهو بحث بعنوان بعض مظاهر التغير في خريطة النقل الجوي في مصر خلال الفترة ١٩٧٦ - ١٩٩٤ حيث درست تطور شبكه النقل الجوي، والتوزيع الجغرافي للمطارات.
- دراسة (سامية علي علي مبروك، ٢٠١٥) وهي رسالة ماجستير بعنوان أثر المناخ على النقل الجوي في مصر، حيث درست الخصائص العامة للنقل الجوي في مصر ثم تأثير الإشعاع الشمسي والحرارة والرياح والعواصف الترابية والرملية بالإضافة لمحاولة لاختيار أنسب المواقع للمطارات الجديدة.
- دراسة (صفاء إبراهيم علي محمد، ٢٠١٩) وهي رسالة ماجستير بعنوان مطارات مصر الدولية دراسة في جغرافية النقل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتناولت النشأة والتطور التاريخي والتوزيع الجغرافي للمطارات المصرية كما درست العوامل الطبيعية والبشرية والاقتصادية وتأثيرها على النقل الجوي، فضلا عن دراسة تطور حركة الركاب

والطائرات والبضائع، أيضاً تناولت الدراسة تقيماً جغرافياً للمطارات الدولية وفقاً للمعايير الجغرافية المختلفة.

- دراسة (رشا حامد سيد حسن بندق، ٢٠١٨) بعنوان تأثير ضوضاء الطائرات على المناطق العمرانية المحيطة بمطار القاهرة الدولي - دراسة جغرافية، حيث درست مستويات شدة الضوضاء بمنطقة الدراسة (مطار القاهرة)، كما درست استخدام الأرض، والعوامل المناخية المؤثرة على شدة ضوضاء الطائرات، فضلاً عن دراسة كثافة الحركة الجوية بالمطار والأثار المترتبة على الضوضاء مع دراسة حالة لعينة من السكان.

٢. **دراسات غير جغرافية**

- دراسة (ادور جورج حنا، ١٩٩٢) وهي رسالة ماجستير بعنوان المتغيرات النفسية والاجتماعية المرتبطة بالتلوث الضوضائي على العاملين بمهابط ميناء القاهرة الجوى. وخلصت الدراسة إلى أن منطقة المهبط من أكثر المناطق تعرضا لضوضاء وعمليات الطيران، ويبحث الجانب النظري من الدراسة عن المتغيرات التي تحدث للعاملين نتيجة التعرض لضوضاء الطائرات من خلال آراء وتقديرات العاملين بميناء القاهرة الجوى.
- دراسة (مصطفى محمود صابر، ٢٠١٥) وهي رسالة ماجستير بعنوان تأثير العوامل البيئية والمناخية على تصميم المطارات. وخلصت الدراسة إلى بعض النتائج من الناحية البيئية والتصميمية للمطار حيث إن هناك تأثير متبادل بين المطار والبيئة المحيطة كمشكله الضجيج والتلوث وتحديد ارتفاعات المباني حول المطار علاوة على ذلك تأثير اتجاهات الرياح والطبوغرافيا على مواصفات بنية المطار. أما من الناحية التصميمية فخلصت الرسالة إلى وجوب اتصال مباشر بين شبكه الطرق العامة وإيجاد تناسب مع الخدمات التي يحويها مبنى الركاب مع نوعيه المسافرين.

٣. **الدراسات الأجنبية:**

- دراسة **(Ossama Saleh Ahmed, 2015)** وهي رسالة ماجستير. **Evaluation of Rapid Exit Taxiways Locating Procedures.** كان من أهداف الرسالة إيجاد طريقة مناسبة تستخدم في تحديد أماكن ممرات الخروج السريع Rapid Taxiway. حيث تم عمل دارسة تحليلية باستخدام خليط مختلف لأنواع الطائرات الذي يستخدم في احد مدارج مطار القاهرة الدولي. وفي نهاية البحث تم إثبات أن برنامج (REDIM) هو أنسب أسلوب لإيجاد مكان الممرات. نظرا لاعتباره للكثير من العوامل التي تؤثر في أماكن ممرات الخروج. بالإضافة إلي دقة النتائج المستنبطة من هذا البرنامج.

٤. **الخرائط:**

سوف تعتمد الدراسة على مجموعة من الخرائط نذكر منها.

- خرائط مقياس ١: ٥٠.٠٠٠ إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، المشروع الفنلندي ١٩٨٩. خرائط مقياس ١: ٥٠.٠٠٠ إنتاج إدارة المساحة العسكرية، ١٩٩٢-١٩٨٧. خرائط مقياس ١: ١٠٠.٠٠٠ إنتاج إدارة المساحة العسكرية، ١٩٩٤. خرائط مقياس ١: ١٠٠.٠٠٠ إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، ١٩٥١. خرائط مقياس ١: ١٠٠.٠٠٠ إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، ٢٠٠٠. خرائط مقياس ١: ٢٥٠.٠٠٠ إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، المشروع الفنلندي ١٩٩٧.
- كما سوف تعتمد الدراسة على المرئيات الفضائية من برنامج Google Earth Pro ونماذج الارتفاع الرقمية SRTM الإصدار الثالث بدقة مكانية ٣٠م.
- أيضاً تعتمد الطالب على بعض برامج الحاسب الآلي مثل برنامج ArcGis V10.4، وبرنامج Global Mapper Ver. 18.

عناصر البحث:

عناصر التقييم المُتبعة:

المبحث الأول: الخصائص التضاريسية (المدرج وتأمين مسار الطيران، موضع المساعدات الملاحية).

المبحث الثاني: الأخطار الجيومورفولوجية (السيول).

المبحث الثالث: الخصائص البيئية (الضوضاء، جودة الهواء، تجمعات ومسارات الطيور المهاجرة).

عناصر التقييم المُتبعة:

ستقوم الدراسة باستخدام أسلوب التطابق البياني Overlays - Graphical Methods شكل (١) لفحص مطار مرسى علم جيوبيئيًا، وذلك عن طريق تقسيم عناصر الفحص الجيوبيئية إلى طبقات جغرافية داخل نظام المعلومات (Karin Andersson, 2000, p12)، وتتمثل هذه الطبقات فيما يلي:

المبحث الأول: الخصائص التضاريسية (المدرج وتأمين مسار الطيران، موضع المساعدات الملاحية).

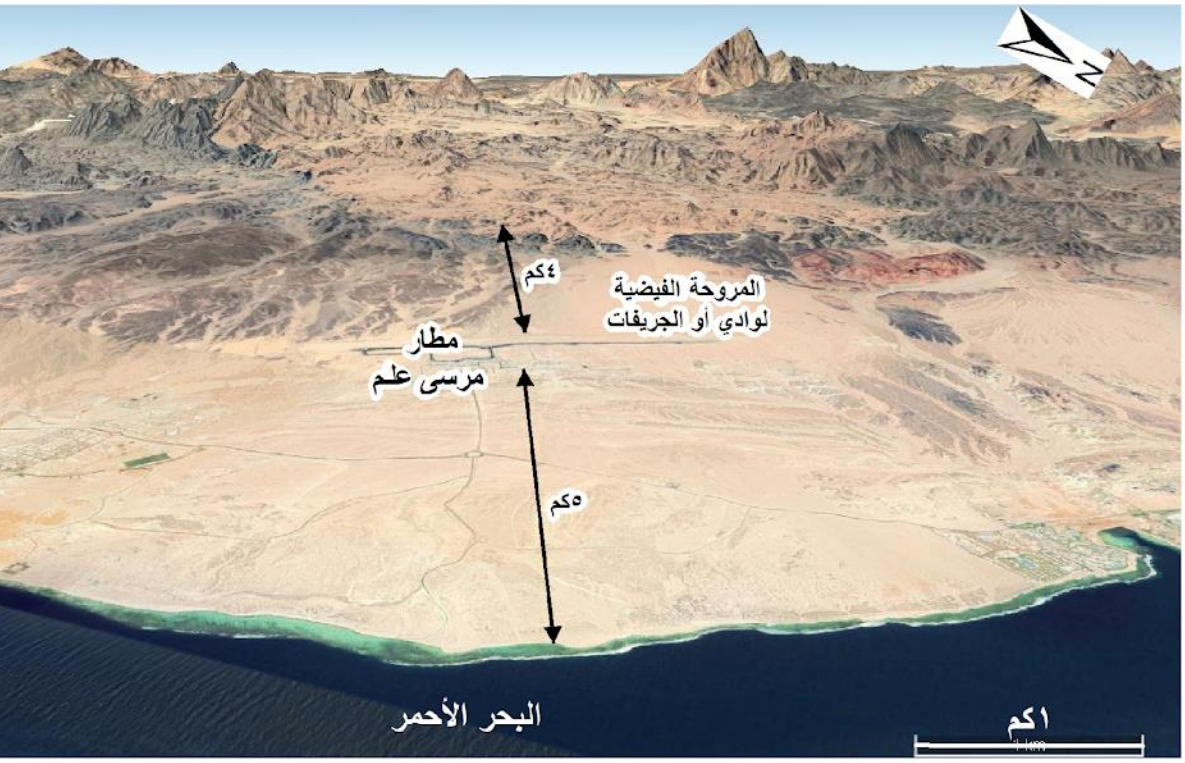
المبحث الثاني: الأخطار الجيومورفولوجية (السيول).

المبحث الثالث: الخصائص البيئية (الضوضاء، جودة الهواء، تجمعات ومسارات الطيور المهاجرة).

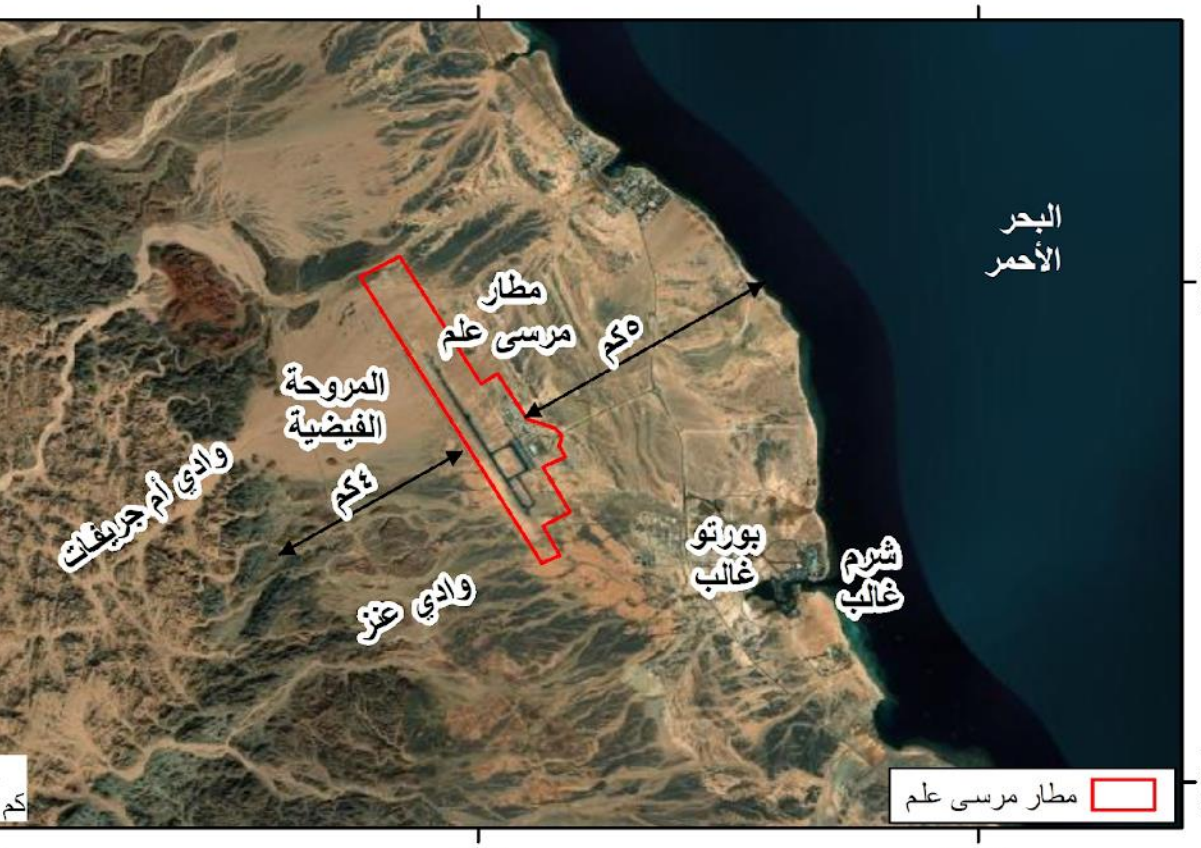
المبحث الأول: الخصائص التضاريسية:

أنشئ مطار مرسى علم في عام ١٩٩٧، وتم اختيار موقعه بعناية، حيث يتضح من قراءة المرئيات الفضائية عالية الدقة المكانية من برنامج جوجل إيرث لعام ٢٠١٩ أشكال (٢أ) و(٢ب) أن المطار يمتد في موقع متوسط بين خط الساحل الذي يقع على بعد نحو ٥ كم شرق المطار، وجبال البحر الأحمر التي تبعد بنحو ٤ كم غرب المطار.

ويرجع اختيار موقع المطار في هذا المكان إلى عدة أسباب، من أهمها: قربة من منتج بورتو غالب، وشبه استواء السطح؛ حيث كان الهدف من إنشاء المطار هو خدمة منتجع بورتو غالب السياحي، وتقليص عدد ساعات السفر إليه سواء من خارج مصر أو من داخلها، خاصة وأن أقرب مطار مدني لمنطقة بورتو غالب هو مطار الغردقة، ويبعد عنها بمسافة نحو ٢٢٠ كم. ومن الناحية التضاريسية كان لشبه استواء سطح المروحة الفيضية لوادي أم جريفات التي يمتد عليها أكثر من ثلثي مساحة المطار، فضلاً عن صغر حجم أحواض التصريف بهذه المنطقة الأثر الكبير في الاختيار، حيث يترتب على ذلك قلة كمية مياه الأمطار التي تستقبلها تلك الأحواض، ومن ثم قلة حجم مياه السيول، مما يساعد على سهولة بناء نظام تصريف جيد لحماية المطار، وتصريف مياه السيول ورواسبها بشكل آمن إلى البحر الأحمر[]. علاوة على ذلك تم اختيار الموقع بحيث يكون في أرض مستوية وتبعد بمسافة كافية عن سلسلة جبال البحر الأحمر، وما لها من تأثير على الملاحة الجوية.

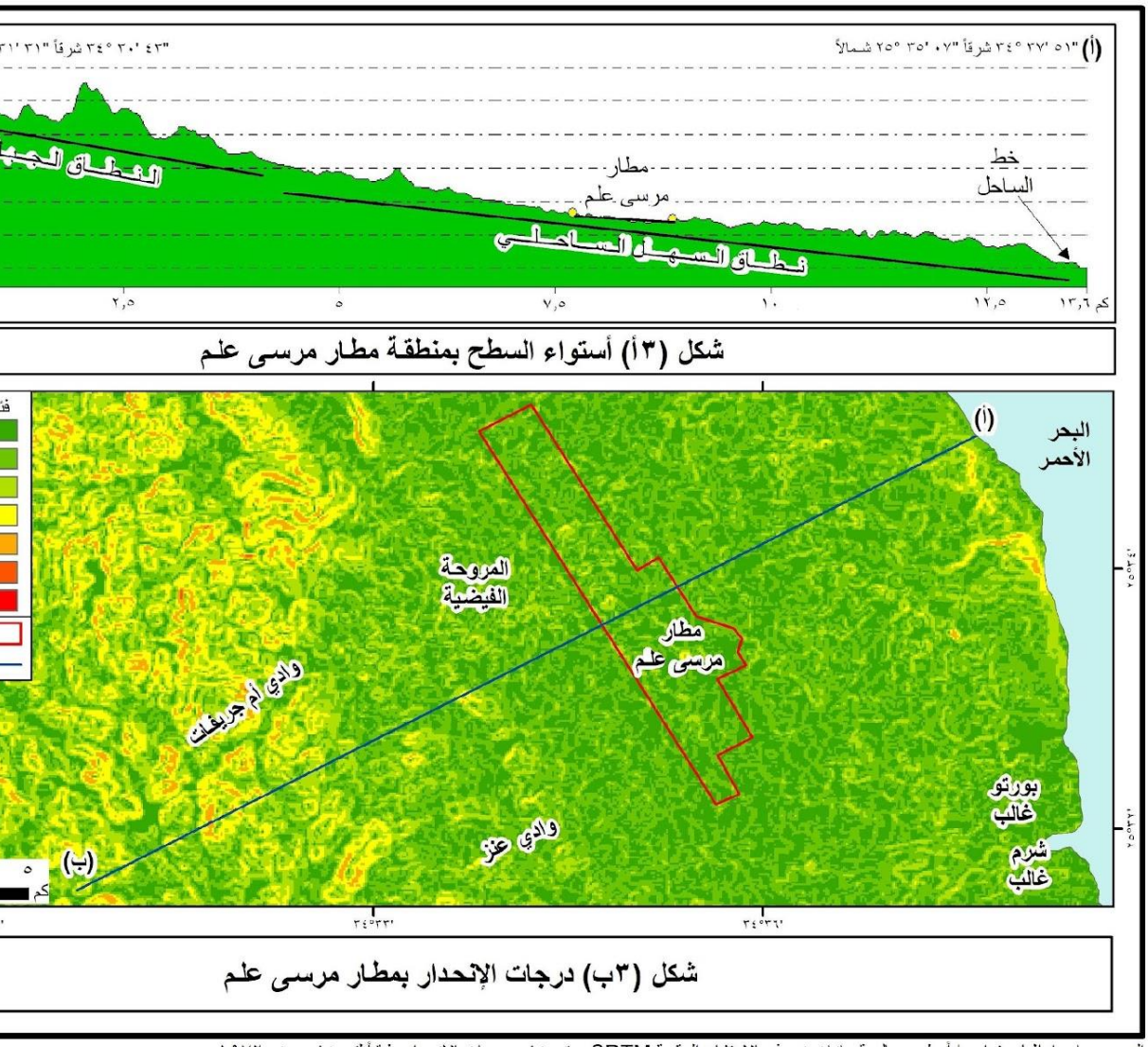


شكل (٢أ) موقع مطار مرسى علم



شكل (٢ب) موقع مطار مرسى علم

المصدر: إعداد الباحث إعماداً على المرئيات الفضائية عالية الدقة المكانية من برنامج جوجل إيرث لعام ٢٠١٩.



شكل (٣أ) أستواء السطح بمنطقة مطار مرسى علم

شكل (٣ب) درجات الإنحدار بمطار مرسى علم

المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على معالجة بيانات نموذج الارتفاع الرقمية SRTM، وتصنيف درجات الإنحدار طبقاً لتصنيف يونج ١٩٧٢.

يتضح من قراءة القطاع التضاريسي شكل (٣ أ)، أن منطقة التي يمتد فوقها القطاع التضاريسي يتراوح ارتفاع سطحها بين مستوى سطح البحر في الشرق وارتفاع ٣٠٠م عند القمم التلية في الغرب؛ حيث تبدأ سلسلة تلال البحر الأحمر في المنطقة، وبناءً عليه يزداد ارتفاع سطح منطقة الدراسة بالاتجاه غرباً. وتنقسم منطقة الدراسة بشكل عام إلى قسمين تضاريسيين، ويمكن دراستهما بإيجاز على النحو التالي:

يتمثل القسم الأول في السهل الساحلي؛ وهو سهل شبه مستوي السطح، تتناثر فوقه عدد من التلال والهضيبات بعضها بنيوية النشأة، والبعض الآخر متخلف عن نحت الشواطئ المرتفعة (محمد إبراهيم خطاب، ٢٠٠٧، ص٤٣)، ويتراوح ارتفاعها المحلي بين ٨٠ م و١٦٠م، ويقطع السهل الساحلي في منطقة القطاع عدد كبير من المجاري الجافة التي تقع في حوض وادي أم جريفات، وتتراوح رتبها بين الرتبيتن الثالثة والخامسة تبعًا لتصنيف استريلر، ويوجد في القطاع وبالسهل الساحلي مروحة فيضية لوادي أم جريفات، ويبلغ متوسط اتساع السهل الساحلي في القطاع التضاريسي نحو ٩ كم، ويتدرج من منسوب صفر عند ساحل البحر الأحمر إلى منسوب ١٥٠ م عند أقدام جبال البحر الأحمر، وبهذا يتراوح معدل الانحدار بين (١م : ٦٠م) و(١م : ٤م) أي بين أي ١ ° و ١٤ ° بحسب تصنيف ينج، وهو بذلك يتراوح بين فئي الانحدار المستوي والأرضي فوق متوسطة الانحدار. بينما يتمثل القسم التضاريسي الثاني في القسم التلي: وهو يلي القسم السابق باتجاه الغرب؛ ويتراوح ارتفاعها بين ١٥٠-٤٢٣ م،

حيث توجد العديد من القمم التلية التي لا تحمل أي أسماء على الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٥٠.٠٠٠. ويرتفع معدل انحدار هذا القسم إلى (١م : ١.٢م)، أي ٤٠ º وبالتالي تقع في فئة الأراضي "شديدة الانحدار جداً" حسب تصنيف ينج (Young, 1972, PP. 138-139).

ويلاحظ من قراءة خريطة درجات الإنحدار شكل (٣ ب)، شبه إستواء سطح السهل الساحلي في محيط المطار؛ وتتراوح درجات الإنحدار بين ٠ إلى أقل من ١٤ º حيث تسود فئات درجات الإنحدار "الأراضي المستوية وهينة الانحدار جداً" مع انتشار محدود لفئة الانحدار "الأراضي فوق متوسطة الانحدار" – بحسب تصنيف ينج، في حين يزداد تضرس سطح الأرض بالاتجاه غرباً مع ازدياد درجات الانحدار لتتراوح بين ١٤ – ٤٠ º؛ حيث أدى وجود تلال البحر الأحمر إلى تسجيل فئات انحدار "أراضٍ شديدة الانحدار جداً" ذات درجات انحدار تصل إلى أكثر من ٤٠ º.

جدول (١) فئات درجات انحدار سطح الأرض بمطار مرسى علم

فئة الانحدار بالدرجات	طبيعة الانحدار	المساحة بالكم^{٢}	المساحة %
من ٠ º - أقل من ٢ º	أراضٍ مستوية وهينة الإنحدار جداً	٣,٧	%٦٧,٠٢
من ٢ º - أقل من ٥ º	أراضٍ هينة الانحدار	١,٦	%٢٩
من ٥ º - أقل من ١٠ º	أراضٍ متوسطة الانحدار	٠,٢	%٣,٦٢
من ١٠ º - أقل من ١٨ º	أراضٍ فوق المتوسطة الانحدار	٠,٠٢	%٠,٣٦
من ١٨ º - أقل من ٣٠ º	أراضٍ شديدة الانحدار	٠	٠
من ٣٠ º - أقل من ٤٥ º	أراضٍ شديدة الانحدار جدا	٠	٠
٤٥ º فأكثر	الحافات الرأسية وشبه الرأسية	٠	٠
الأجمالي		٥,٥٢	%١٠٠

المصدر: إعداد الطالب إعماداً على معالجة بيانات نموذج الارتفاع الرقمة SRTM من خلال برنامج ArcGIS 10.4، وبرنامج Global Mapper 18، وتصنيف درجات الإنحدار طبقاً لتصنيف ينج، ١٩٧٢ (Young, 1972, PP. 173-175).

وقد أثر الاستواء العام لسطح الأرض فوق المروحة الفيضية في اختيار موضع المطار، فمن خلال قراءة جدول (١) الذي يعرض فئات درجات الإنحدار - طبقاً لتصنيف ينج- يتضح أن فئتي الأراضي المستوية وهينة الإنحدار جداً والأراضي هينة الإنحدار (من ٠ – ٥ º) مثلتا معًا نحو ٩٦ % من المساحة الكلية لمنطقة أرض المطار، في حين مثلت فئتي الأرضي متوسطة الإنحدار وفوق المتوسطة الإنحدار (من ٥ – ١٨ º) نحو ٤ % من المساحة الكلية لأرض المطار، وقد تم تسويتها تمامًا مع إنشاء المطار، وقد اختفت من فوق المروحة الفيضية فئات الأراضي الشديدة والشديدة الانحدار جداً والحافات الرأسية (أكبر من ١٨ º)؛ ويرجع سبب الاستواء العام لسطح أرض المطار إلى أنها جزء من السهل الساحلي المنبسط، فضلاً عن وجود المروحة الفيضية لوادي أم جريفات التي يمتد عليها نحو ثلثي مساحة().

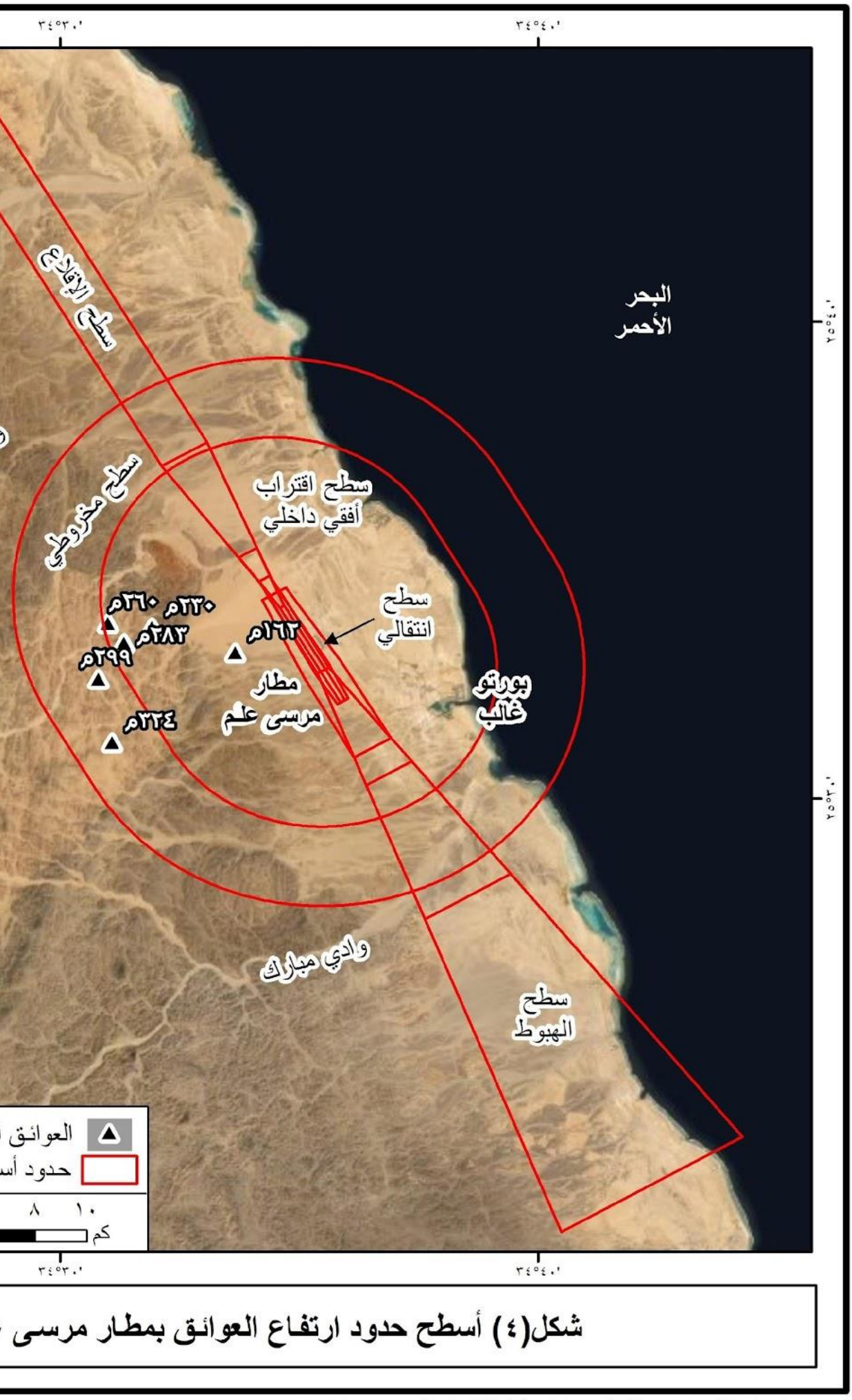
أولاً- أسطح حدود ارتفاعات العوائق:

يتضح من قراءة شكل (٤) وجدول (٢) أنه لا توجد عوائق طبيعية (تضاريس) تعوق الملاحة على طول امتداد المدرج سواء من الشمال أو الجنوب حال كان هبوط الطائرات بشكل مستقيم ومباشر، في حين شكلت بعض القمم الجبلية -قمم جبلية بدون أسماء على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠- غرب المطار، خطرًا على عمليات الهبوط حال كان الهبوط بشكل دائري Circling() (دليل الطيران المصري، بند HEMA AD 2-10، تعديل١٠٦/ ١ مايو ٢٠١٣).

وفيما يخص العوائق البشرية كالمناطق المحظورة أو الخطرة أو المقيدة، فأقرب منطقة من هذا النوع هي المنطقة الخطرة HE/D5، وتبعد إلى الشمال من المطار بنحو ٣٠ ميل بحري ولا تؤثر على حركة الملاحة في المطار، هذا فضلاً عن خلو محيط المطار من المنشآت المرتفعة التي تعوق حركة الملاحة.

ثانياً- المدرج:

يتضح من قراءة وتحليل قاعدة بينات نموذج الارتفاع الرقمي SRTM() أن حظيرة الطائرات وعتبتي المدرج بالمطار ترتفع عن سطح البحر بمقدار ٦٧، ٧٥، ٧١ م على الترتيب؛ حيث أدى انخفاض منسوب سطح المدرج وقربه من منسوب سطح البحر() إلى عدم تأثيره في تعديل محور امتداد المدرج أو بتعديل طوله.



شكل(٤) أسطح حدود ارتفاع العوائق بمطار مرسى

جدول (٢) القمم التضاريسية التي تؤثر على مطار مرسى علم

م	الارتفاع (من سطح البحر) بالمتر	الإحداثيات
١	423	"شرقاً° ٣١' ٣٤٠٥ "شمالاً° ٣١' ١٠ 25
٢	299	"شرقاً° ٣٠' ٣٤٤٨ "شمالاً° ٣٢' ٣٠ 25
٣	283	"شرقاً° ٣١' ٣٤٢٠ "شمالاً° ٣٣' ١٥ 25
٤	260	"شرقاً° ٣١' ٣٤٠٠ "شمالاً° ٣٣' ٤٠ 25
٥	230	"شرقاً° ٣١' ٣٤٥٥ "شمالاً° ٣٣' ٣٥ 25
٦	162	"شرقاً° ٣٣' ٣٤٤٠ "شمالاً° ٣٣' ٠٣ 25

المصدر: إعداد الطالب اعتمادًا على بيانات دليل الطيران المصري، بند HEMA AD 2-10، تعديل١٠٦/ ١ مايو ٢٠١٣.

ثالثاً- موضع المساعدات الملاحية:

يخدم مطار مرسى علم المساعد الملاحي DVOR()، والذي يتسم ببعض المواصفات الفنية، من أهمها العمل بكفاءة في المناطق القريبة من الجبال، وبهذا فقد تخطى مطار مرسى علم عقبة تضاريس جبال البحر الأحمر(). كما يصلح موقع المطار لتركيب مساعدات ملاحية أخرى مثل المساعد الملاحي ILS Instrument Landing System.

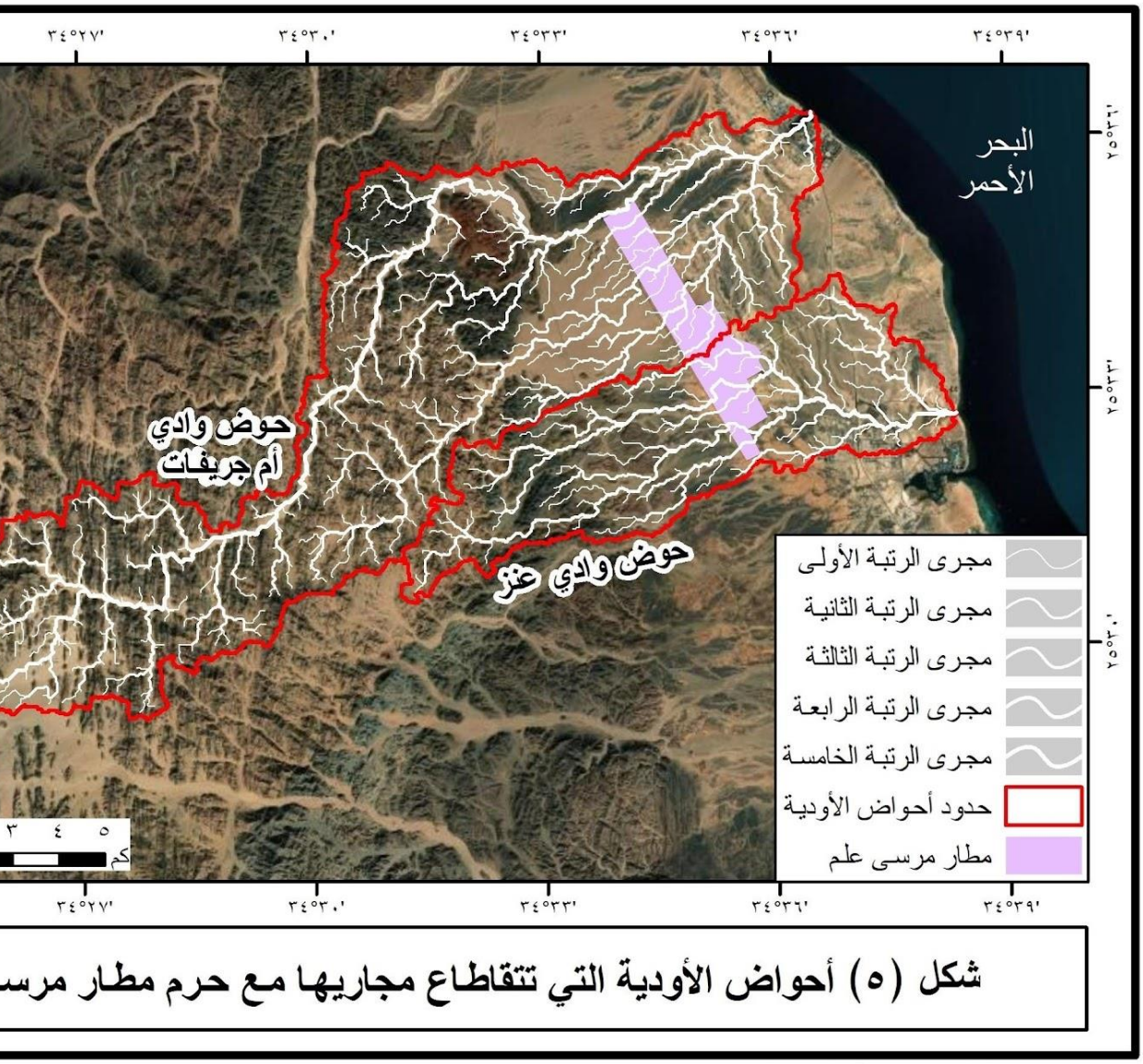
بناء على دراسة الخصائص التضاريسية لمنطقة مطار مرسى علم يلاحظ أن لها تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية على الوضع الجيوبيئي للمطار، وذلك على النحو التالي:

بالنسبة للتأثيرات الإيجابية: أدى امتداد المطار على منطقة سهلية خالية من القيم التضاريسية المتطرفة إلى خفض تكاليف التسوية، في حين أدى الانخفاض النسبي لموقع المطار إلى عدم الاكتراث بحسابات أطالة المدرج نتيجة الارتفاع، علاوة على ذلك؛ أدى اتفاق امتداد مدرج المطار مع امتداد شريط السهل الساحلي فضلاً عن بعد المنطقة الخطرة HE/D5 إلى عدم وجود عوائق تضاريسية أو بشرية تؤثر على العمليات الملاحية من الإقلاع والهبوط.

كان لاستخدام المساعد الملاحي DVOR الفضل في سهولة التغلب على عقبة الاقتراب النسبي لجبال البحر الأحمر، كما كان انعكاسًا للتقدم التكنولوجي والميسرة المادية.

وبالنسبة للتأثيرات السلبية: فقد أدي وجود بعض نقاط المناسيب المرتفعة لجبال البحر الأحمر كعوائق تؤثر على الهبوط الدائري بالمطارCircling.

المبحث الثاني: الأخطار الجيومورفولوجية:



شكل (٥) أحواض الأودية التي تتقاطع مجاريها مع حرم مطار مرس

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على تحليل بيانات SRTM ومرئيات برنامج Google Earth Pro لعام ٢٠١٩.

تعد الأخطار الجيومورفولوجية لا سيما السيول من أهم التحديات التي تواجه المشروعات الكبرى حيث يمتد مطار مرسى علم متقاطعاً مع الجزء الأدنى من أحواض أودية أم جريفات والعنز، وتبلغ رتبة المجرى الرئيسي لهذان الحوضان الرتبة الخامسة تبعاً لتصنيف استريلر شكل (٥). وقد تم رسم حدود الأحواض واستخراج شبكة التصريف من خلال معالجة بيانات نموذج الارتفاع الرقمي SRTMالإصدار الثالث بدقة مكانية ٣٠م، ببرنامجي Global Mapper v18 & ArcGIS v10.4، كما تم مضاهاتها بالمرئيات الفضائية عالية الدقة المكانية من برنامج Google Earth Pro لعام ٢٠١٩ للتأكد من صحتها.

وفيما يلي عرض لبعض الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض وشبكة التصريف، فضلاً عن عرض لطرق درء خطر السيول المقامة حالياً، وذلك على النحو التالي:

أولاً- بعض الخصائص الموفومترية للأحواض:

أ- مساحة الأحواض:

تبلغ مساحة حوضي أم جريفات وعنز ٩٧كم٢، ٣٥كم٢ على الترتيب، وهما بذلك يقعا في فئة الأحواض صغيرة المساحة وصغيرة المساحة جداً، وذلك عند مقارنتها مع أحواض الأودية التي تصب في البحر الأحمر في قطاع القصير – مرسى علم؛ حيث بلغت مساحة

حوضي أم غيج ومبارك ٨٥٨كم٢و ٨٢٦كم٢ وهما أقرب الأودية لمنطقة الدراسة، بينما بلغت مساحة وادي العمباجي١٥٢٦.٤كم٢، وهو من الأحواض الكبيرة المساحة والتي تصب في ساحل البحر الأحمر (محمد إبراهيم محمد خطاب، ٢٠٠٧، ص٩٢).

وتربط بعض الدراسات بين مساحة الحوض وكمية التصريف حيث ذكر (متولي عبد الصمد عبد العزيز، ٢٠٠١، ص ٦١) أن هناك علاقة طردية بين مساحة الحوض والفترة الزمنية للتصرف أي انه كلما زادت مساحة الحوض قلت شدة التصريف أخذاً في الاعتبار زيادة عملية الفقد بالتبخر والتسرب كلما زادت المساحة. ويرى الطالب أن هذه العلاقة ترتبط بمتغيرات أهمها نوع الصخر والانحدار، حيث نوع الصخر على كمية الفقد بالتسرب بينما يؤثر الانحدار على زمن التصريف وكمية الفقد بالتبخر.

ب- أبعاد الأحواض:

يبلغ أطوال حوضي أم جريفات وعنز ٢٤كم و١٣كم على التوالي؛ حيث تم القياس عن طريق القياس الآلي لطول الخط المستقيم الممتد من نقطة المصب إلى أبعد نقطة تقع على خط تقسيم المياه. بينما يبلغ متوسط عرض حوضي أم جريفات وعنز ٤كم و٣كم على التوالي؛ وقد تم حساب متوسط العرض عن طريق قسمة مساحة الحوض ÷ طوله (Zavoianu, 1978, P. 101). في حين يبلغ طول محيط حوضي واديي أم جريفات وعنز ٩٦كم و٤٩كم.

جـ- شكل الأحواض:

تساعد معاملات الشكل مثل معدل الاستدارة، والاستطالة ومعامل الشكل في التعرف على التطور الجيومورفولوجي لحوض التصريف، وفيما يلي دراسة معاملات الشكل بأحواض منطقة الدراسة (محمود محمد عاشور، وآخرون، ١٩٩١، ص ٣١٥).

١- معدل الاستدارة:

تعبر قيم معدل الاستدارة() عن مدى اقتراب شكل أحواض التصريف إلى الشكل الدائري، فكلما اقتربت القيمة من الواحد الصحيح دل ذلك على اقتراب شكل حوض التصريف من الشكل الدائري والعكس صحيح **(محمد صبري محسوب، ٢٠٠٤، ص١٤٨)، فبعد تطبيق المعالة** بلغ معدل الاستدارة لحوضي أم جريفات وعنز ٠.١٣٠ و٠.١٨١ على التوالي، وبذلك فإن حوضي منطقة الدارسة يبتعدا عن شكل الدائرة.

٢- معدل الاستطالة:

تعبر قيم معدل الاستطالة() عند مدى اقتراب شكل أحواض التصريف إلى الشكل المستطيل، فكلما **اقترب الناتج من الصفر كان شكل الحوض أقرب إلى الاستطالة**، بينما إن اقترب الناتج من الواحد الصحيح ابتعد شكل الحول عن شكل الاستطالة **(محمد صبري محسوب، ٢٠٠٤، ص١٤٨)**، فمن خلال تطبيق المعادلة؛ بلغت قيم حوضي أم جريفات وعنز ٠.٤٦٣ و٠.٥١٣ على التوالي، وبذلك فإن حوضي منطقة الدراسة يقتربا من الشكل المستطيل.

٣- معامل الشكل:

يوضح معامل الشكل() العلاقة بين طول وعرض أحواض التصريف؛ حيث تعبر القيم المنخفضة إلى اقتراب شكل أحواض التصريف من شكل المثلث، بينما تعبر القيم المرتفعة إلى اقتراب شكل أحواض التصريف من شكل المربع **(**محمود محمد عاشور وآخرون، ١٩٩١أ، **ص ٢٩٣). من خلال تطبيق المعادلة بلغت قيم حوضي** أم جريفات وعنز ٠.١٦٨ و٠.٢٠٧ يتضح اقتراب أحواض منطقة الدراسة إلى شكل المثلث.

د- تضرس الأحواض:

ترجع أهمية دراسة تضرس الأحواض إلى أهمية الكشف عن المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها الأنظمة النهرية، وما لذلك من تأثير كبير على العديد من الخصائص الهيدرولوجية مثل سرعة الجريان المائي وزمن التركيز وزمن التباطؤ وغيرها؛ وفيما يلي بيان لذلك:

جدول (٣) فئات درجات انحدار سطح الأرض بحوضي وادي أم جريفات ووادي عنز

فئة الانحدار بالدرجات	طبيعة الانحدار	وادي أم جريفات المساحة بالكم٢	وادي عنز المساحة بالكم٢	وادي أم جريفات المساحة %	وادي عنز المساحة %
من ٠ ° - أقل من ٢ °	أراضٍ مستوية وهينة الانحدار جداً	21.39	١٢.٣٣	%٢٢,٣١	%٣٦,١٢
من ٢ ° - أقل من ٥ °	أراضٍ هينة الانحدار	32.02	١٥.٥٨	%٣٣,٤٠	%٤٥.٦٥
من ٥ ° - أقل من ١٠ °	أراضٍ متوسطة الانحدار	24.99	٥.٦٢	%٢٦,٠٧	%١٦,٤٧
من ١٠ ° - أقل من ١٨ °	أراضٍ فوق المتوسطة الانحدار	14.90	١.٣٨	%١٥,٥٥	%٤,٠٤
من ١٨ ° - أقل من ٣٠ °	أراضٍ شديدة الانحدار	3.61	٠.١٠	%٣,٧٧	%٠,٢٩
من ٣٠ ° - أقل من ٤٥ °	أراضٍ شديدة الانحدار جدا	0.08	٠	%٠,٠٨	٠
٤٥ ° فأكثر	الحافات الرأسية وشبه الرأسية	٠	٠	٠	٠
الأجمالي		٩٧	٣٥	%١٠٠	%١٠٠

المصدر: إعداد الطالب إعماداً على معالجة بيانات نموذج الارتفاع الرقمة SRTM من خلال برنامج ArcGIS 10.4، وبرنامج Global Mapper 18، وتصنيف درجات الإنحدار طبقاً لتصنيف ينج، ١٩٧٢ (Young, 1972, PP. 173-175).

١- التضاريس القصوى:

بلغت قيم التضاريس القصوى() لحوضي أم جريفات وعنز ٦٢٠م، ٢٨٠م على الترتيب، ومن ثم تتضح العلاقة الطردية بين مساحة الحوض والتضاريس القصوى؛ حيث أدت صغر مساحة حوضي الدراسة وقصر أطوالها إلى وقوع منابعها في السلسلة الساحلية لجبال البحر الأحمر، وهي من أقل جبال البحر الأحمر ارتفاعًا، وبالتالي يعد الحوضان منخفضان في التضاريس القصوى شكل(٦ أ) إذا ما قورنا بأحواض أخرى أكبر مساحة وطولًا مثل حوض وادي أم غيج الذي يقع شمالهما مباشرة، ويسجل قيمة تضاريس قصوى لحوضه ١٣٤٠م، وحوض وادي مبارك الذي يقع جنوبها مباشرة، ويسجل قيمة تضاريس قصوى لحوضه ٩٦٠م.

٢- نسبة التضرس:

تشير نسبة التضرس() على مدى تضرس الحوض بالنسبة لطوله كما تشير إلى درجة انحدار سطح الحوض، حيث بلغت قيم نسبة التضرس لحوضي أم جريفات وعنز ٠.٠٢٦ و٠.٠٢٢، وتدل هذه القيم على أن حوضي الدراسة يمران بمرحلة **الشيخوخة**. في حين بلغت قيم نسبة التضرس لحوضي أم غيج ومبارك ٠.٠٢٦ و٠.٠١٨ على التوالي.

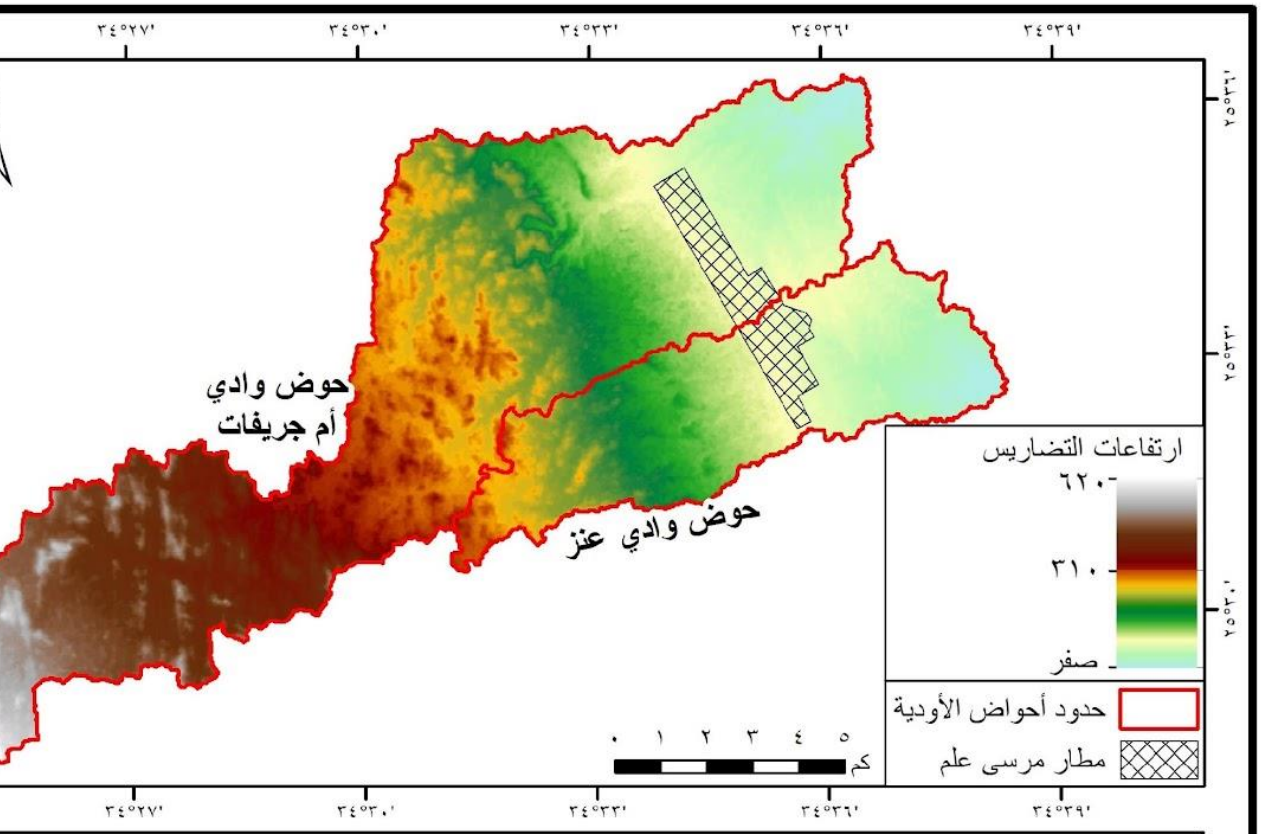
وبقراءة وتحليل خريطة درجات انحدار سطح الأرض بحوضي واديي أم جريفات وعنز جدول (٣) وشكل (٦ ب) تبين أن هناك علاقة طردية قوية بين تضرس سطح الأرض وقيم درجات الانحدار حيث ترتفع قيم درجات الانحدار بالمنابع العليا بينما تأخذ في الانخفاض كلما اتجهنا نحو المصب.

من ناحية أخرى؛ انعكست المرحلة العمرية "مرحلة الشيخوخة" التي يمر بها واديي منطقة الدراسة على قيم درجات انحدار سطح الأرض، حيث بلغت مساحة فئتي انحدار الأراضي المستوية وهينة الانحدار جداً والأراضي هينة الانحدار مجتمعين بحسب تصنيف ينج ١٩٧٢ (Young, 1972, PP. 173-175) نحو ٥٥% و٨٠%، في حين بلغت مساحة فئة انحدار الأراضي شديد الانحدار ٣.٨% و٠.٢٩%، من مساحة حوضي واديي أم جريفات وعنز على الترتيب، بينما سجلت الأراضي شديد الانحدار جداً والحافات الرأسية وشبه الرأسية نسبه شبه معدومة من إجمالي المساحة.

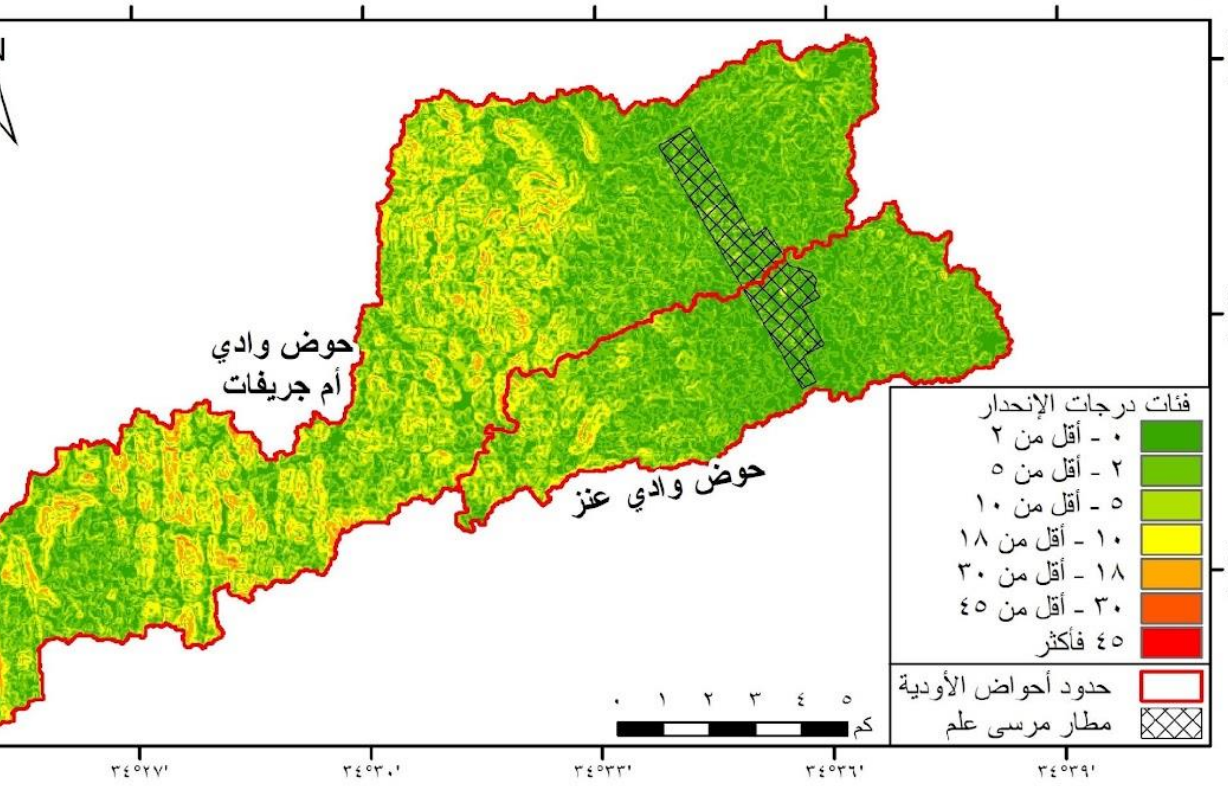
من ثم يتضح الاستواء النسبي لسطح حوضي منطقة الدراسة فضلا عن مرورهما بأخر المراحل النحت الجيومورفولوجية الأمر الذي أدى إلى انخفاض خطر قدرة السيول على التدمير بسرعة جريانها، بينما يبقى خطر قدرتها على الغمر ما استوجب إنشاء نظام تصريف فعال.

٣- قيمة الوعورة:

تشير قيمة الوعورة() على مدى تضرس الأحواض **فترتفع قيمة الوعورة مع زيادة التضاريس القصوى وزيادة أطوال المجاري على حساب المساحة الحوضية (**محمود محمد عاشور وآخرون، ١٩٩١أ، **ص٣٢٨). وقد سجل حوضي** أم جريفات وعنز قيم ٢.٢٣ و١.٢٣، وهي قيم تدل على قلة تضرس الأحواض.



شكل (٦أ) ارتفاعات التضاريس داخل حدود حوضي منطقة الدراسة



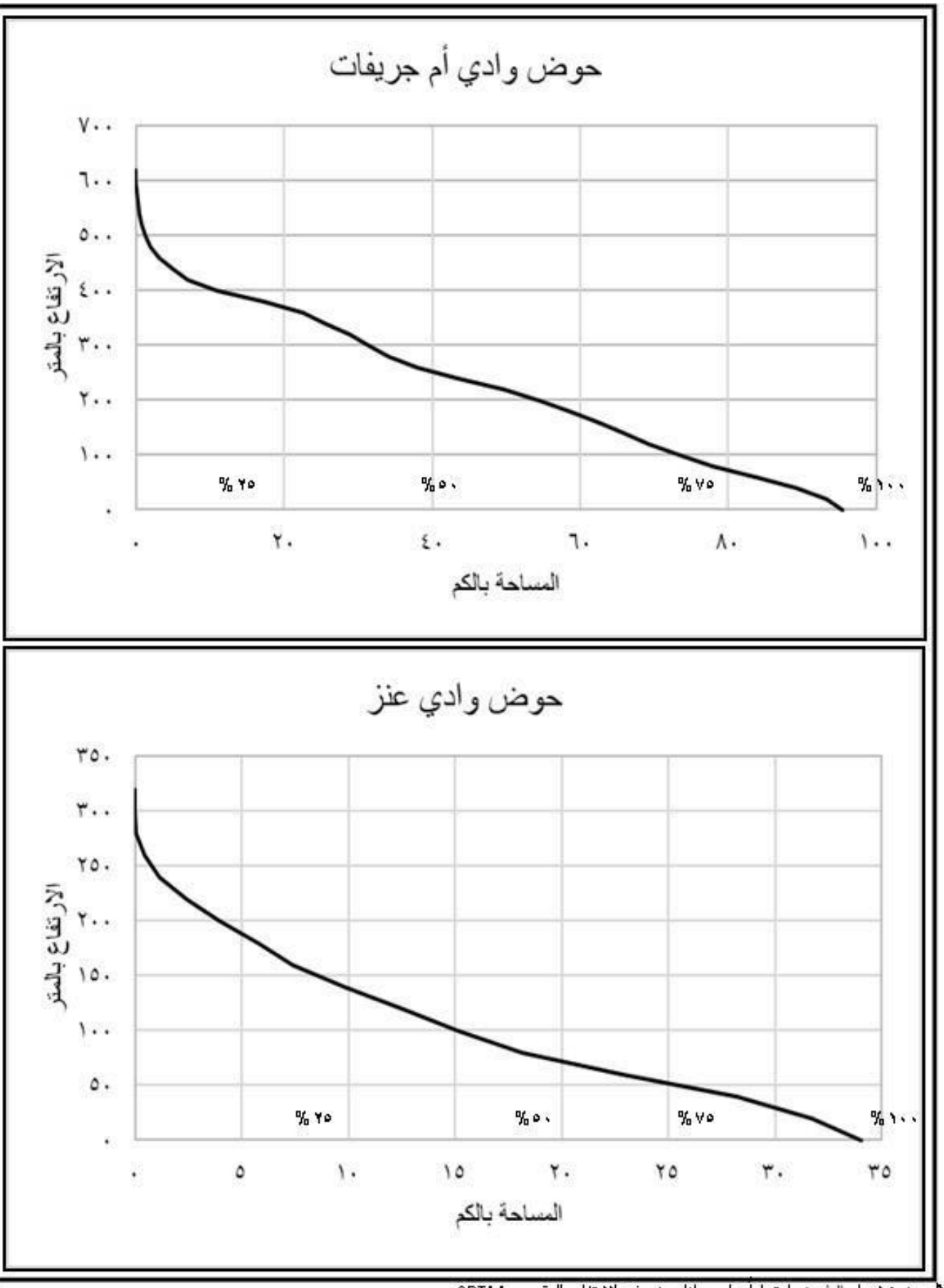
شكل (٦ب) درجات انحدار سطح الأرض بحوضي منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على تحليل بيانات SRTM ومرئيات برنامج Google Earth Pro لعام ٢٠١٩.

٤- التكامل الهبسومتري:

تشير قيمة التكامل الهيبسومتري() إلى المرحلة العمرية التي تمر بها أحواض التصريف حيث **تتناسب قيم التكامل الهبسومتري عكسياً مع الفترة الزمنية التي قطعتها الأحواض من الدورة التحاتية والعكس** (محمود محمد عاشور، وآخرون، ١٩٩١أ، **ص ٣٢٦**)، **وقد سجل حوضي أم جريفات وعنز قيمتي ٠.١٥ و٠.١٢ على التوالي؛ مما يدل على تدني قيم تكاملهما الهبسومترية وبالتالي مرورهما بمرحلة الشيخوخة.**

وتأكيداً على المرحلة التحاتية التي يمر بها حوضي واديي أم جريفات وعنز، يتضح من قراءة المنحنى الهبسومتري شكل (٧) اتخاذ المنحنى للشكل المقعر وهذا دليلاً على عبور الدورة التحاتية عمر النصف (مرحلة النضج) ودخلوها مرحلة الشيخوخة.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي SRTM.

شكل (٧) المنحنى الهبسومتري لحوضي وادي أم جريفات ووادي عنز

ثانياً- بعض الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف:

أ- أعداد المجاري:

تبلغ إجمالي أعداد المجاري لحوضي منطقة الدراسة ١٠٧٧مجرى، حيث بلغ نصيب وادي أم جريفات منها ٨١٠ مجرى، بينما بلغ عدد مجاري وادي عنز ٢٦٧مجرى. ومن ثم تتضح العلاقة الطردية القوية بين مساحة الأحواض وعدد المجاري.

ب- أطوال المجاري:

يبلغ إجمالي أطوال المجاري لحوضي منطقة الدراسة ٥٠٣كم، ويحتل وادي أم جريفات المرتبة الأولى بنصيب ٣٤٨كم بينما جاء وادي عنز في المرتبة الثانية بنصيب ١٥٥كم. ويلاحظ أيضاً العلاقة الطردية القوية بين أطوال المجاري وكلٍّ من أعدادها ومساحة الأحواض.

جـ- معدل التشعب:

تعبر نسبة التشعب عن النسبة بين عدد المجاري في رتبة معينة إلى عدد المجاري في الرتبة الأعلى منها مباشرة (Leopold, M.G., et al., 1964, PP.137, 138). حيث بلغت نسبة التشعب لوادي أم جريفات ٤ بينما بلغت ٣ لوادي عنز.

د- كثافة التصريف:

توضح قمية كثافة التصريف العلاقة بين أطوال المجاري ومساحة الحوض، عن طريق المعادلة (D = EL / A)()(Morrisawa, M, 1985, P.137). حيث تبين من تطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة أن كثافة التصريف في حوضي أم جريفات وعنز ٣.٥كم/كم٢و٤.٤كم/كم٢ على الترتيب، ومن ثم فإن واديي أم جريفات وعنز يقعا في فئة كثافة التصريف المنخفضة بحسب تصنيف موريساوا()(Morrisawa, M, 1985, P.140). ويرجع ذلك إلى أن معظم صخور الحوضين من الصخور النارية والمتحولة، وهي صخور شديدة المقاومة للنحت، كما أنها منخفضة النفاذية.

ثالثاً- بعض الخصائص الهيدرولوجية للأحواض:

أ- زمن التركيز:

توضح معادلة زمن التركيز() الفترة الزمنية التي تستغرقها المياه عند تحركها من أبعد نقطة في الحوض إلى المصب؛ ومن ثم بلغ زمن التركيز في حوضي منطقة الدراسة ٨.٨ساعة لحوض أم جريفات بينما سجل وادي عنز ٤.٦ساعة. ويدل ذلك على القصر النسبي للفترة الزمنية التي يستغرقها الجريان السطحي للتحرك من أبعد نقطة على محيط الحوض إلى المصب إذا ما تمت المقارنة بين أودية منطقة الدراسة ووادي علم (محمد إبراهيم خطاب، وعمرو محمد صبري، ٢٠٢٠، ص٤٧).

ب- زمن التباطؤ:

توضح معادلة زمن التباطؤ() الفترة الزمنية الفاصلة بين بداية هطول الأمطار وبدء الجريان (عواد حامد موسى، ٢٠١٧، ص ٣٣٩)؛ ومن ثم بلغت الفترة الزمنية الفاصلة بين بداية هطول المطر وبدء الجريان في واديي أم جريفات وعنز ٢٧.٦ و ١٨ دقيقة على الترتيب. ويدل ذلك على قصر الفترة الزمنية لتولد الجريان ما يستوجب إنشاء نظام تصريف للسيول فعال لحماية المطار.

جـ- سرعة الجريان:

ثمة علاقة طردية بين سرعة الجريان وقدرة المياه على النحت ونقل الرواسب. فمن خلال حساب معادلة سرعة الجريان السطحي()وبإتمام ادخال بينات واديي أم جريفات وعنز سجلا ٧.٦ و ١٠.٧كم/ساعة على الترتيب، ومن ثم تدل القيم على سرعة الجريان السطحي وما

يصحبه من ارتفاع قدرتها على النحت ونقل الرواسب، ما يستوجب إنشاء نظام فعال لتصريف مياه السيول للحفاظ على الاستمارات التي تم ضخها في إنشاءات مطار مرسى علم.

د- متوسط أكبر كمية أمطار سقطت على حوضي منطقة الدراسة:

يمكن حساب كمية المياه المتوقع سقوطها على حوضي منطقة الدراسة من خلال المعادلة (كمية المياه المتوقع سقوطها= أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد × مساحة الحوض)، حيث بلغ متوسط كمية الأمطار الساقطة في يوم واحد بمحطتي القصير ورأس بناس ٤٤.٤مم() في الفترة (١٩٧٦-٢٠٠٥)، وبإتمام تطبيق المعادلة تبين أن كمية المياه التي سقطت على حوض وادي أم جريفات ٤.٣مليون متر^{٣} وحوض وادي عنز ١.٦مليون متر^{٣}، ومقارنةً بحوض وادي علم() يتضح التناسب الطردي بين مساحة الحوض وكمية المياه المستقبلة حيث سجل حوض وادي علم ١٨.٤مليون متر^{٣}.

ثمة عدد من المتغيرات على سبيل المثال لا للحصر (نوع الصخر، والانحدار، كمية الفاقد بالبخر والتسرب) التي بشأنها التأثير في حجم التصريف النهائي بالحوض.

رابعاً- طرق درء خطر السيول المقامة حالياً بمطار مرسى علم:

أسندت شركة إيماك مرسى علم لإدارة وتشغيل المطارات المالكة للمطار أمر إنشاء نظام التصريف والحماية من تدفق مياه السيول إلى شركة NACO Netherlands Airport Consultants، فوضعت في تصميمها عدداً من طرق الحماية لموقع المطار المهدد بكثير من مجاري الأودية (شركة إيماك مرسى علم لإدارة وتشغيل المطارات، تقارير غير منشورة، ٢٠١٨)، حيث يتضح من شكل (٨) وسائل حماية المطار على النحو التالي:

أ- تم حفر قناة غرب المدرج بطول ٤٦٠٠م وعمق يصل إلى ٣م، بحيث تعمل هذه القناة على توزيع مياه السيل متفقة مع الانحدار الطبيعي للأرض المنحدرة شمالًا لتصرف في المجرى الطبيعي لوادي أم جريفات وجنوبًا لتصرف في المجرى الطبيعي لواديي عنز وغالب.

ب- بناء ٣ سدود على مجاري الأودية المتقاطعة مع جنوب المدرج بأطوال ١٥٠م، ١٤٠م، ١١٠م على الترتيب من الشمال إلى الجنوب، للتحكم في المسار المتوقع لمياه السيل وتوجيهها إلى التحويلات سالفة الذكر.

جـ -تم حفر ٢ قناة بطول ١كم لكل قناة، وإنشاء ٣ سدود بإجمالي أطوال ٨٠٠م لتحويل المياه على طول المسار المتوقع للجريان السيلي البالغ ٢كم لينتهي تعديل المسار إلى البحر عند مارينا اليخوت بمنتجع بورتو غالب.

د- عمل ميول بشكل هندسي معين للمدرج وحظيرة الطائرات يحول دون استقرار المياه على سطح أرض المدرج أو حظيرة الطائرات.

(شكل٨) نظام تصريف مياه السيول بحرم مطار مرسى علم

هـ - هناك أربعة مواضع لأعمال هندسية أخرى لمجابهة الجريان السيلي مثل تخفيض منسوب الأرض للتجميع الطبيعي لمياه السيل ومن ثم سحبها، وتقع هذه المواضع في المنطقة المحصورة بين حظيرة الطائرات والمدرج، وشمال وجنوب حظيرة الطائرات، وعلى طول طريق الخدمة من أمام برج المراقبة ولمسافة ١ كم غرب الطريق باتجاه الشمال، بالإضافة إلى المنطقة الواقعة غرب المدرج.

بناء على ما سبق يلاحظ أن هناك تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية على الوضع الجيوبيئي للمطار، وذلك على النحو التالي:

بالنسبة للتأثيرات الإيجابية بالرغم من تقاطع امتداد مطار مرسى علم مع مجاري واديي أم جريفات وعنز؛ إلا أن صغر حجم الأحواض وقلة تضرسهما وسيادة فئات درجات انحدار الأراضي المستوية وشبة المستوية فضلاً عن مرورهما بأخر المراحل التحاتية (مرحلة الشيخوخة) أدى إلى قلة تأثير الجريان السطحي لمياه السيول على المطار.

بالنسبة للتأثيرات السلبية: أدى الميل العام لسطح الأرض إلى تدفق مياه السيول -على الرغم من قلة تأثيرها- صوب المطار بشكل مباشر، الأمر الذي استوجب القيام بأعمال هندسية كعمل ميول تحول دون استقرار المياه على سطح أرض المدرج أو حظيرة الطائرات بالإضافة إلى رفع منسوبها عما حولها أو كإنشاء السدود ومد قنوات تصريف مياه السيول إلى رفع قيمة نفقات الإنشاء من اجل حماية منشآت المطار. ومن ثم لم يكن هناك تأثير للجريان السيلي الذي حدث في السنوات القريبة الماضية ٢٠١٦ أو ما قبلها٢٠١١ و٢٠١٣، حيث عملت قنوات التصريف على تحويل المياه إلى مجاري الطبيعية عبر قناة التفريغ (مخر السيل) إلى البحر.

المبحث الثالثً: البيئة:

يقع مطار مرسى علم ضمن قائمة مطارات مصر السبعة الرئيسية، وكان الاهتمام بالنواحي البيئية ظاهرًا للوهلة الأولى منذ إنشاء المطار، حيث اهتمت شركةEMAK بإعداد دراستين لتقييم الأثر البيئي EIA للمطار، إحداهما قبل الإنشاء عام ١٩٩٨ والأخرى عند تطوير المطار عام ٢٠١١. حيث قامت شركة ENVIRO-PRO / SWRC() بعمل الدراسة الأولى بينما قامت شركة ECG Engineering Consultants Group بعمل الدراسة الثانية.

تمتع موقع المطار بعدد من الميزات أهمها عدم وصول تأثير الضوضاء والغازات الدفيئة إلى عتبة الحد غير المسموح وبالتالي قلة تأثيره على عناصر البيئة داخل أو في محيط المطار، وفيما يلي عرض وتحليل لما ورد في هذا الشأن:

أولاً- الضوضاء:

استخدمت شركة ENVIRO-PRO / SWRC نموذج الضوضاء المتكامل ntegrated Noise Model (INM) إصدار ٥,٠ الذي طورته الإدارة الفدرالية للطيران (أمريكا) FAA في توقع مستويات الضجيج/الضوضاء بموقع مطار مرسى علم عام ١٩٩٨.

بعد نمذجة المطار على الحاسوب جاءت مدخلات البرنامج كالتالي:

أ- استخدام المطار حتى عام ٢٠٤٠ بسعة ركاب تصل إلى ٤ مليون راكب/سنة أي نحو ٢٠ ألف تحرك طائرات، بمتوسط عدد ٢٠٠ راكب/رحلة.

ب- اعتبار الطائرة Airbus 320 والمحرك V2500 كنموذج للطائرات الهابطة في المطار.

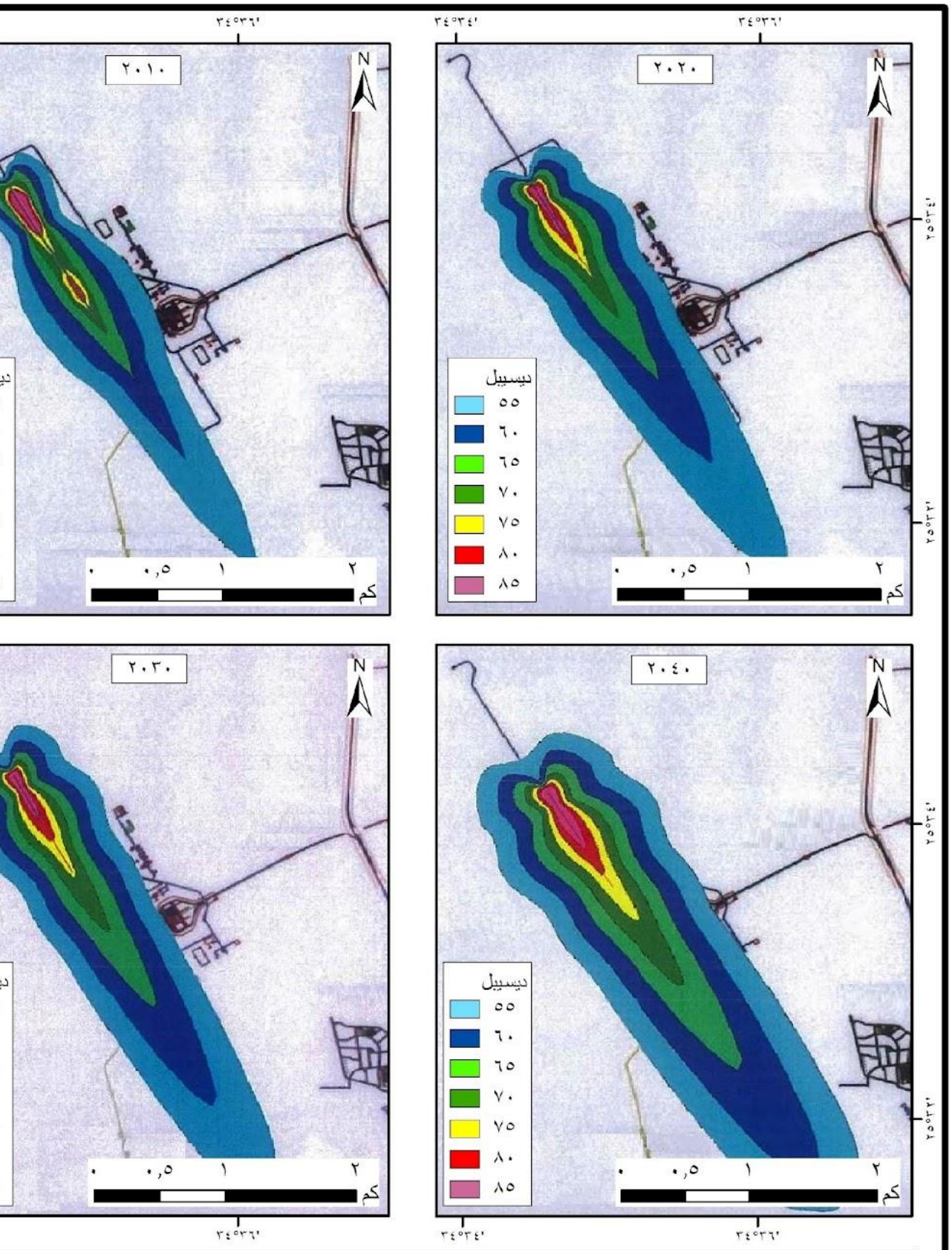
جـ- كمرحلة أولى للتشغيل أُعتبر أن هناك ١,٥ مليون راكب، ونحو ٧٥٠٠ تحرك طائرات في السنة، على أن يكون حجم الطائرات مختلف في السعة بدءً من ٥٠ مقعد إلى ٣٥٠ مقعد (المتوسط ٢٠٠راكب).

د- العتبة الجنوبية للمدرج هي العتبة المستخدمة من المدرج على اعتبار أن التحرك عكس اتجاه الريح.

تم تجهيز ٦ سيناريوهات مع اعتبار أن المرحلة الأولى (سيناريو ١) لا يوجد به طيران أثناء الليل، بينما تم تقسيم التشغيل عام ٢٠٤٠ والذي قد يتضمن طيران أثناء الليل إلى ٦٠% طيران نهاري، ٣٠% مسائي، ١٠% ليلي.

وخلصت الدراسة بمجموعه من الخرائط شكل (٩) والمعلومات تعكس مدى تأثير الضوضاء على بيئة المطار والبيئة المحيطة. وفيما يلي عرض لأهم المعلومات الواردة في هذا الشأن:

- المجتمع السياحي المزمع إنشاؤه على طول الشريط الساحلي لن يتأثر بضجيج الطائرات إذ أن مستوى الضجيج/الضوضاء سيكون أقل من الحد الأدنى لعتبة الإزعاج الصوتي.
- يمثل خط كنتور مستوى الضجيج ٦٣ dB(A) $L_{Aeq, 16hrs}$ عن الحد الفاصل بين المستوى المنخفض والمتوسط، وفي كل السيناريوهات لم يتعد هذا الخط حدود حرم المطار.
- أما بالنسبة للطيران الليلي فإن خط كنتور مستوى الضجيج ٩٠dB(A) يمتد لنحو ١,٥كم خارج حدود حرم المطار على نفس محور امتداد المدرج على مساحة غير معدة لأي استخدامات بشرية تتأثر بالضجيج، ومن ثم فإن الطيران الليلي ليس له أي تأثير سلبي على المجتمع والمخطط العمراني خارج المطار.



شكل(٩) انتشار الضوضاء بمطار مرسى علم

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على تقرير تقييم الأثر البيئي والإجتماعي لمطار مرسى علم، لشركة إيماك مرسى علم لإدارة وتشغ

ثانياً - جودة الهواء:

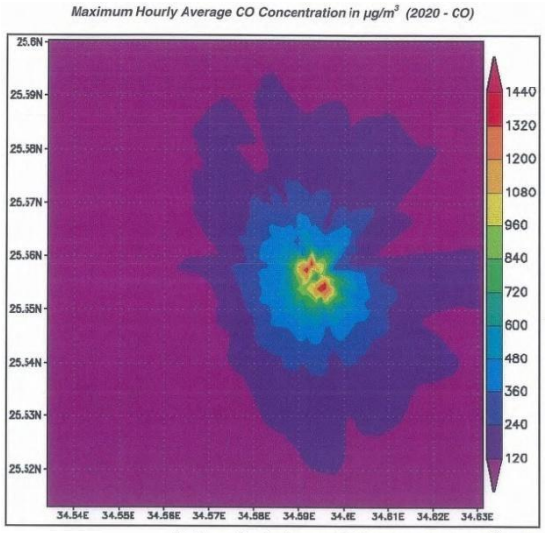
يختلف تأثير المطار على جودة الهواء بعض الشيء عن تأثير الضوضاء، حيث أن في الحالة الأولى (الضوضاء) يعتبر ضجيج الطائرات هو المصدر صاحب نصيب الأسد في المعادلة، بينما في حالة جودة الهواء تنقلب الآية بعض الشيء حيث تمثل الغازات المنبعثة من الطائرات أقل نسبة من مجموع الغازات المنبعثة في بيئة المطار بعد عوادم العربات، وحدات إنتاج الطاقة وخزانات الوقود.

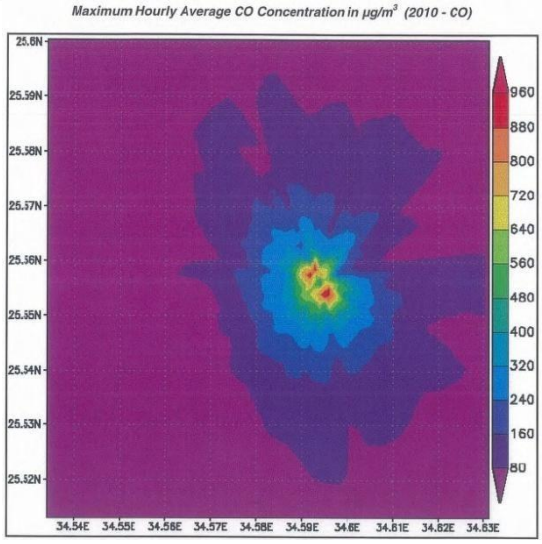
يكمن خطر الغازات المنبعثة من أنشطة المطار في تركزها بمستويات تضر ببيئة المطار والبيئة المحيطة. من أهم الغازات الخطرة التي تسهم في هذا الشأن مجموعة غازات أكسيد النيتروجين NO_x (NO، NO_2)، غاز الأوزون O_3، غاز أول أكسيد الكربون CO، غاز الهيدروكربون HC، غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 (تقرير تقييم الأثر البيئي والاجتماعي بمطار مرسى علم، ٢٠١١، ص٢٧٤)

لم تعتمد الدراسة التي أعدتها شركة ENVIRO-PRO / SWRC عام ١٩٩٨ على نموذج تشتت إذ اعتمدت على بياناتٍ تقريبية لمطارات في نفس حجم مطار مرسى علم. وخلصت الدراسة أن أكثر المناطق تلوثًا بغازات أكاسيد النيتروجين هي التي تقع في حيز مباني الركاب وحظيرة الطائرات وعتبتي المدرج.

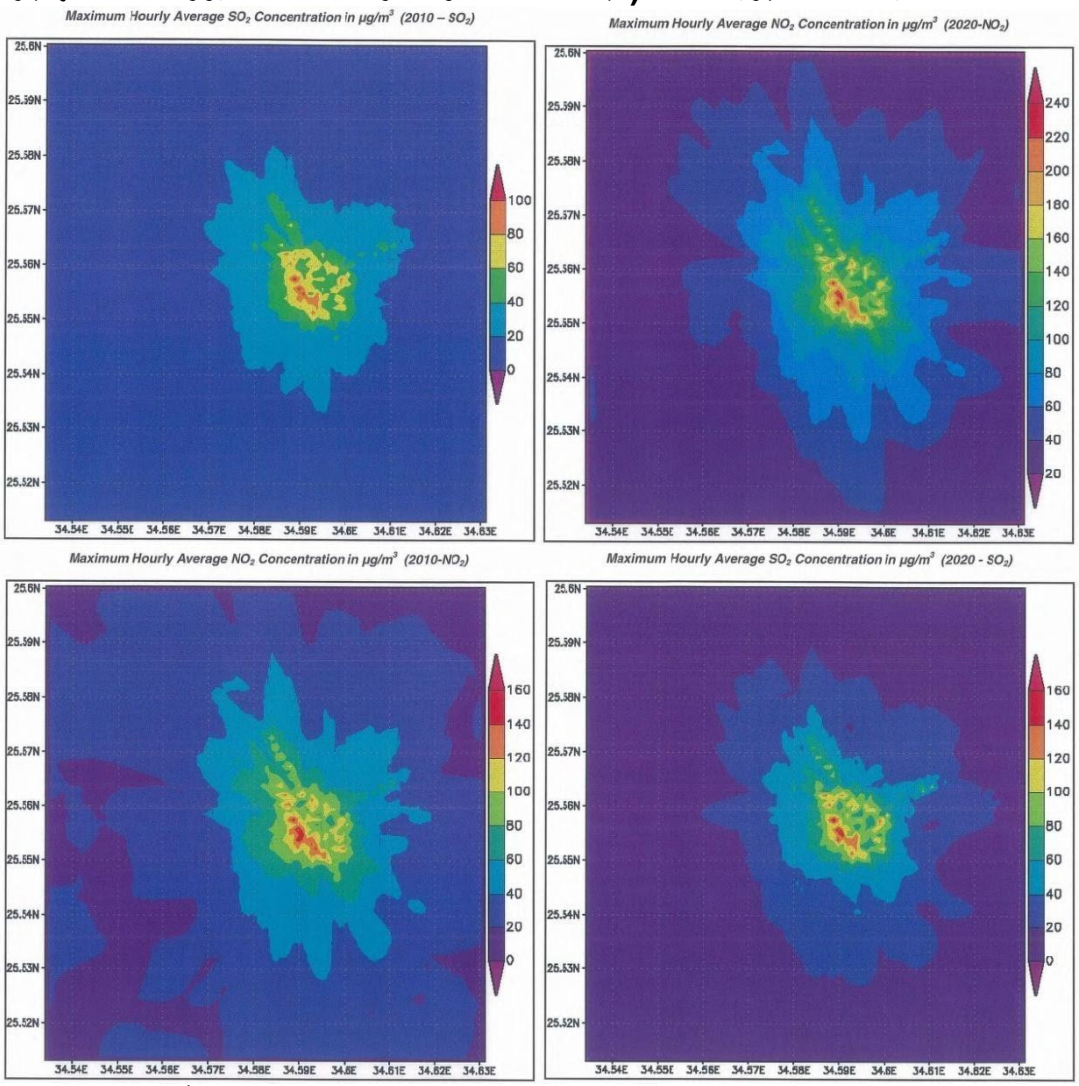
اعتمدت الدراسة التي أعدتها شركه جماعة المهندسين الاستشاريين (ECG) عام ٢٠١١ على نموذج تشتت الغازات المنبعثة من أنشطة المطار حيث تم تغذية الحاسوب بعدد من المدخلات كسرعة واتجاه الرياح ومواقع مصادر التلوث وارتفاعات التضاريس والمباني وتم إنتاج سيناريو لكل من عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٠ باعتبارات تشغيلية ١٠ طائرات/ساعة و١٥طائرة/ساعة لكل سيناريو على الترتيب (تقرير تقييم الأثر البيئي والاجتماعي بمطار مرسى علم، ٢٠١١، ص٢٩٥).

يعرض شكل (١٠) نمذجة تشتت انبعاثات غازات أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وثاني أكسيد الكبريت SO_2 بمطار مرسى علم لسيناريو عام ٢٠١٠ و٢٠٢٠. وخلصت الدراسة إلى أن كمية الانبعاثات التي ستصدر عن تشغيل المطار قليلة بالمقارنة بالمقاييس القياسية لجودة الهواء، وأنه في حالة تركز غازات NO_2 وSO2 على سبيل المثال ستظل تحت المستوى المسموح به.


Maximum Hourly Average CO Concentration in µg/m³ (2020 - CO)
25.6N
25.59N
25.58N
25.57N
25.56N
25.55N
25.54N
25.53N
25.52N
34.54E 34.55E 34.56E 34.57E 34.58E 34.59E 34.6E 34.61E 34.62E 34.63E
1440
1320
1200
1080
960
840
720
600
480
360
240
120


Maximum Hourly Average CO Concentration in µg/m³ (2010 - CO)
25.6N
25.59N
25.58N
25.57N
25.56N
25.55N
25.54N
25.53N
25.52N
34.54E 34.55E 34.56E 34.57E 34.58E 34.59E 34.6E 34.61E 34.62E 34.63E
960
880
800
720
640
560
480
400
320
240
160
80

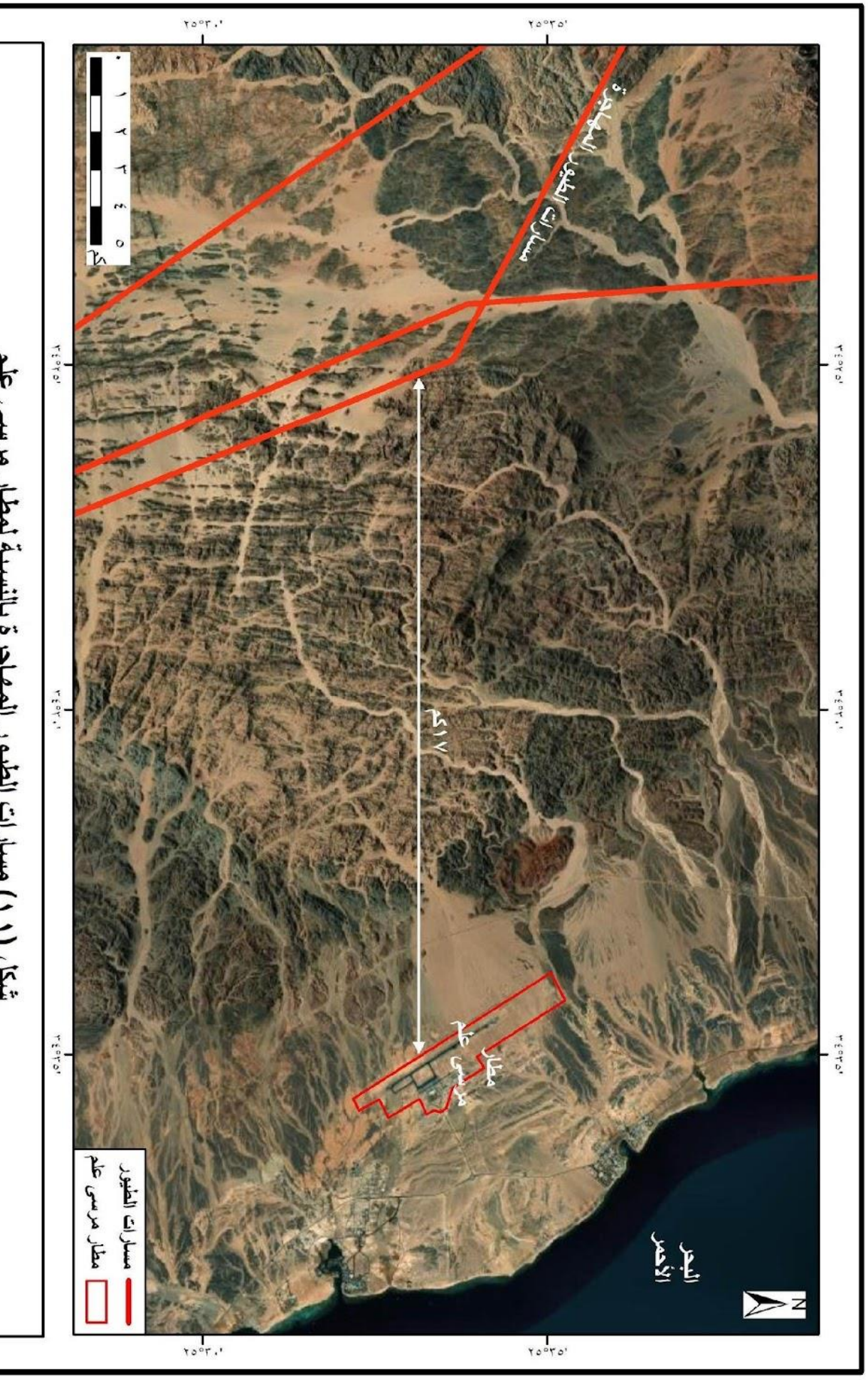
ثالثاً- الحياة البرية (تجمعات ومسارات الطيور المهاجرة):



تمتع موقع مطار مرسى علم بعديد من الميزات جعلته يكاد لا يتأثر ولا يؤثر على الحياة البرية() لعدد من الأسباب منها:

- أن المطار يقع على بعد ٥كم من خط الساحل وعلى ارتفاع ٧٧م أعلى منسوب سطح البحر الأمر الذي أدى إلى انعدام فرصه تكون السبخات أو نمو الحشائش التي تمثل بيئة جذب للطيور.
- بعد المطار عن سبخات خط الساحل أدى إلى قلة تأثير الطيور التي قد تتجمع عليها.
- أدى وجود البحر الأحمر إلى تكوين عائقًا طبيعيًا أمام الطيور الحوامة العابرة للمياه.
- خلو محيط المطار من أية مناطق محمية أو وجود أي فصائل مهددة بالانقراض، أدى إلى حرية ممارسة الأنشطة الملاحية.

يتضح من قراءة وتحليل شكل (١١) أن المسافة الفاصلة بين أقرب مسار() للطيور المهاجرة وموقع المطار بلغت نحو ١٧كم غربًا ومن ثم لم يتم رصد أي شكاوى من/على الحياة البرية أو الطيور المهاجرة القادمة من الشمال (أوروبا) والمتجهة نحو الجنوب (السودان ووسط أفريقيا) والعكس بالمطار أو محيطه (https://maps.birdlife.org/MSBtool, 2018).



شكل (١١) مسارات الطيور المهاجرة بالنسبة لمطار مرسى علم

وبناء على العرض السابق يلاحظ أن هناك تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية على الوضع الجيوبيئي للمطار، وذلك على النحو التالي:

بالنسبة للتأثيرات الإيجابية: كان الاهتمام بالمجتمع المدني والسياحي أحد أهم أهداف الدراسة البيئية ومن ثم كانت النتيجة أن التأثير الذي سيحدثه المطار كنشاط سواء على مستوى التلوث السمعي أو انبعاث الغازات الدفيئة يظل أقل من الحد الأدنى لعتبة حد التلوث طبقًا لظروف التشغيل المتوقعة حتى عام ٢٠٤٠.

على مستوى الحياة البرية فمن أهم الإيجابيات أن المطار لا يتضمن أية مواقع جاذبة للحياة البرية أو أنواع مهددة بالانقراض حيث يبعد المطار عن خط الساحل شرقًا وعن المسار الإقليمي لهجرة الطيور غربًا نحو ٥ كم و١٧كم على الترتيب وهي مسافة آمنة لا تضع سبيل للمواجهة بين العمليات الملاحية وأنشطة الطيور.

بالنسبة للتأثيرات السلبية: لم ترصد الدراسة سلبيات في هذا الصدد.

النتائج والتوصيات:

أ- النتائج:

- تستخدم دراسات تقييم الوضع البيئي للمشاريع القائمة بالفعل والتي بحاجة إلى توفيق الوضع طبقًا لمتطلبات قوانين بيئية معينة. ومن ثم قامت الدراسة بإدخال بعض التعديلات على آلية التقييم لتشمل بعض الجوانب الجغرافية والجيومورفولوجية، وتم اختيار مطار مرسى علم كنموذج للتطبيق لأهميته كأحد ركائز التنمية السياحية على السهل الساحلي للبحر الأحمر.
- تضاريسياً؛ تم اختيار موقع المطار بعناية من حيث قربة من منتج بورتو غالب، فضلاً عن صغر حجم أحواض التصريف بهذه المنطقة، علاوة على ذلك تم اختيار الموقع بحيث يكون في أرض مستوية وتبعد بمسافة كافية عن سلسلة جبال البحر الأحمر، وما لها من تأثير على الملاحة الجوية.
- أدى امتداد المطار على منطقة سهلية خالية من القيم التضاريسية المتطرفة إلى خفض تكاليف التسوية، بينما أدي وجود بعض نقاط المناسيب المرتفعة لجبال البحر الأحمر كعوائق تؤثر على الهبوط الدائري بالمطار Circling.
- جيومورفولوجياً؛ يمتد مطار مرسى علم متقاطعاً مع الجزء الأدنى من أحواض أودية أم جريفات والعنز، وتبلغ مساحتهما ٩٧كم^{٢}، ٣٥كم^{٢} على الترتيب، وهما بذلك يقعا في فئة الأحواض صغيرة المساحة وصغيرة المساحة جداً.
- بعد دراسة بعض المعاملات المورفومترية تبين صغر حجم الأحواض وقلة تضرسهما وسيادة فئات درجات انحدار الأراضي المستوية وشبة المستوية فضلاً عن مرورهما بأخر المراحل التحاتية (مرحلة الشيخوخة) الأمر الذي أدى إلى قلة تأثير الجريان السطحي لمياه السيول على المطار وفاعلية نظام التصريف الاصطناعي الذي تم إنشائه لحماية المطار.
- بيئياً؛ تمتع موقع المطار بعدد من الميزات أهمها عدم وصول تأثير الضوضاء والغازات الدفيئة إلى عتبة الحد غير المسموح وبالتالي قلة تأثيره على عناصر البيئة داخل أو في محيط المطار.
- تبلغ المسافة الفاصلة بين أقرب مسار للطيور المهاجرة وموقع المطار نحو ١٧كم غربًا ومن ثم لم يتم رصد أي شكاوى من/على الحياة البرية أو الطيور المهاجرة القادمة من الشمال (أوروبا) والمتجهة نحو الجنوب (السودان ووسط أفريقيا) والعكس بالمطار أو محيطه.
- **ب- التوصيات:**
- ضرورة دراسة تقييم الوضع البيئي للمشاريع قبل الإنشاء طبقًا لمتطلبات قوانين البيئية.

- البعد عن مصبات الأودية وإلا سيتطلب الأمر زيادة في تكاليف إنشاء المطار نظراً لضرورة إنشاء نظام تصريف لمياه السيول.
- الحرص على عدم تعارض مسارات الطيران ومسارات الطيور المهاجرة حرصاً على السلامة الجوية وحرصاً على عدم الإضرار بالبيئية.

المراجع:

١. متولي عبد الصمد عبد العزيز، (٢٠٠١): حوض وادي وتير شرق سيناء: دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعه القاهرة.

٢. محمد إبراهيم محمد خطاب، (٢٠٠٧): جيومورفولوجية السهل الساحلي للبحر الأحمر بين القصير ومرسى علم وأثرها على السياحة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعه القاهرة.

٣. محمد إبراهيم خطاب، عمرو محمد صبري محسوب، (٢٠٢٠): التحليل الهيدروجيومورفولوجي لحوض وادي علم وأثره على السيول، حولية كلية الأداب، جامعة بني سويف، عدد خاص.

٤. محمد صبري محسوب، (٢٠٠٤): الخريطة الكنتورية في الفهم الجيومورفولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة.

٥. محمود محمد عاشور، ومحمد مجدي تراب، (١٩٩١): التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف المائي في: جودة، حسنين جودة وآخرون محررون وسائل التحليل الجيومورفولوجي.

٦. محمود محمد خضر، (١٩٩٨): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعه عين شمس.

٧. عواد حامد موسى، (٢٠١٧): تقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي الأعلى باستخدام نموذج سنايدر دراسة جيومورفولوجية، ص ص ٣١٧-٣٦٦.

8. Athanasios Ballis, (2003): Airport Site Selection Based on Multicriteria Analysis: the Case Study of the Island of Samothraki, Enixetpq61ctrw) "Epeovct/ Operational Research, An International Journal. Vol.3, No.3, pp.261-279
9. HUANG Bangju and et al, (2013): Airport Site Selection Under Complex Airspace Based on GIS, ICTE 2013 © ASCE 2013
10. Karin Andersson, (2000): Environmental Impact Assessment, CHALMERS.
11. Young, A. (1972). Slopes. Edinbruch: Oliver & Boyed.
12. Zavoianu, I. (1978). Morphometry of Drainage Basins. Amsterdam: Elsevier.
13. Leopold, L.B., Wolman, M.G., & Miller, J.P. (1964). Fluvial Processes in Geomorphology. London: Freeman & CO.
14. Morisawa, M. (1985). Rivers: Form and Process. London: Longman.
15. Gregory, K.J., & Walling, D.E. (1979). Drainage Basin: Form and Process a geomorphological Approach. London: Edward.
16. Schumm, S.A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Bulletin of the Geological Society of America. Vol. (67). PP.597-646.*

17. Strahler, A. (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks, in Chow, V. (ed.), Applied Hydrology "A Compendium of Water-Resources Technology. (PP. 39-76). New York: McGraw-Hill Book Company.

The use of geographic information systems to assess some geo-environmental aspects Marsa Alam Aerodrome (case study)

By

Ali Mohammed Mahmoud Ahmed Tammam

Faculty of Arts _ Cairo University

Prof. Dr. El-Sayed El-Husseini

Emeritus Professor of Physical Geography, Former Dean of the Faculty of the Faculty of Arts_ Cairo University

Dr.Mohamed A. Ali

Instructor of Human Geography, Faculty of Arts, Cairo University

Dr.Mohamed I. Khattab

Assistant Professor of Physical Geography, Faculty of Arts, Cairo University

Abstract:

Marsa Alam Aerodrome is one of the most important international Aerodromes on the Red Sea coastal plain, as it contributes to facilitating the flow of tourism and the development of national income. Its "carefully chosen" location also had an effect on the flow of air movement without being affected by the surrounding terrain, in addition to its non-impact to the surrounding environment, whether in terms of noise or the emissions of greenhouse gases.

The research deals with some geo-environmental aspects such as topography, geomorphology, and some environmental characteristics to examine the impact of the Aerodrome's to/from the surrounding environment.

Keywords: Marsa Alam Airport, geological aspects, torrential rains, barrier height limits, noise, air quality, migratory bird paths and concentrations**.**